

3408.65028

PATENT APPLICATION
Priority papers

D. Johnson
#3 3-14-01

JC825 U.S. PTO
09/742979
12/20/00



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re U.S. Patent Application)
)
 Applicant: Kazuhiko Takaishi)
)
 Serial No.)
)
 Filed: December 20, 2000)
)
 For: HEAD POSITIONING CONTROL)
 METHOD, DEVICE FOR DISK)
 DEVICE AND DISK DEVICE)
)
 Art Unit:)

I hereby certify that this paper is being deposited
with the United States Postal Service as EXPRESS
mail in an envelope addressed to: Assistant
Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231,
on December 20, 2000.

Express Label No.: EL 769180 955US

Signature:

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

Applicant claims foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the basis
of the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2000-063845, filed March 8, 2000.

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By:

Patrick G. Burns
Reg. No. 29,367

December 20, 2000
300 South Wacker Drive
Suite 2500
Chicago, IL 60606
(312) 360-0080

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

2400 60000
3120 360 0080
jc825 U.S. Pro
09/742979
12/20/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 3月 8日

出願番号
Application Number:

特願2000-063845

出願人
Applicant(s):

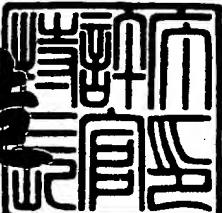
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 9月 29日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3080262

【書類名】 特許願
【整理番号】 9951994
【提出日】 平成12年 3月 8日
【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿
【国際特許分類】 G11B 5/56
【発明の名称】 ディスク装置のヘッド位置決め制御方法及び装置
【請求項の数】 5
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
【氏名】 高石 和彦
【特許出願人】
【識別番号】 000005223
【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】
【識別番号】 100094514
【弁理士】
【氏名又は名称】 林 恒▲徳▼
【代理人】
【識別番号】 100094525
【弁理士】
【氏名又は名称】 土井 健二
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 030708
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704944

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ディスク装置のヘッド位置決め制御方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヘッドをディスクの所定位置に位置決めするためのディスク装置のヘッド位置決め制御方法において、

前記ヘッドが読み取った前記ディスクの位置信号を復調するステップと、

前記復調結果に応じて復調位置を算出するステップと、

前記復調位置と目標位置との位置誤差に応じて、制御量を算出し、前記ヘッドを駆動するアクチュエータを制御するステップとを有し、

前記算出ステップは、

前記復調結果を、前記ヘッドの移動速度に応じた補正值で補正して、復調位置を得るステップを有することを

特徴とするヘッド位置決め制御方法。

【請求項2】 請求項1のヘッド位置決め制御方法において、

前記復調ステップは、

前記位置信号から互いに位相の異なる第1の位置情報と、第2の位置情報を復調するステップを有し、

前記算出ステップは、

前記第1の位置情報と前記第2の位置情報を比較するステップと、

前記比較結果に応じて、前記第1の位置情報を、前記ヘッドの移動速度に応じた第1の補正值で補正するステップと、

前記比較結果に応じて、前記第2の位置情報を、前記ヘッドの移動速度に応じた第2の補正值で補正するステップとを有することを

特徴とするヘッド位置決め制御方法。

【請求項3】 請求項1のヘッド位置決め制御方法において、

前記復調ステップは、

前記位置信号から、トラック番号とオフセット情報を復調するステップからなり、

前記算出ステップは、

前記ヘッドの移動速度が、所定の速度より早いときは、前記トラック番号を前記復調位置として選択するステップと、

前記ヘッドの移動速度が、前記オフセット情報を、前記ヘッドの移動速度に応じた補正值で補正して、復調位置を算出するステップとを有することを特徴とするヘッド位置決め制御方法。

【請求項4】 請求項1のヘッド位置決め制御方法において、

前記復調ステップは、

前記位置信号から、トラック番号とオフセット情報を復調するステップからなり、

前記算出ステップは、

前記ヘッドの移動速度に、前記トラック番号の記録位置を基準として、前記オフセット情報の記録位置に応じたゲインを付与した補正值で、前記オフセット情報を補正するステップを有することを

特徴とするヘッド位置決め制御方法。

【請求項5】 アクチュエータを駆動して、ヘッドをディスクの所定位置に位置決めするためのディスク装置のヘッド位置決め制御装置において、

前記ヘッドが読み取った前記ディスクの位置信号を復調する復調回路と、

前記復調結果に応じて復調位置を算出し、前記復調位置と目標位置との位置誤差に応じて、制御量を計算し、前記ヘッドを駆動するアクチュエータを制御する制御回路とを有し、

前記制御回路は、

前記復調結果を、前記ヘッドの移動速度に応じた補正值で補正して、前記復調位置を算出することを

特徴とするヘッド位置決め制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ディスク装置のヘッドを目標位置に位置決めする位置決め制御方法及び装置に関し、特に、ディスクの位置信号からヘッドの位置を検出するための

位置決め制御方法及び装置に関する。

【0002】

ヘッドにより、ディスク記憶媒体を読み取るディスク装置は、広く利用されている。例えば、コンピュータの記憶装置として、利用されている磁気ディスクドライブは、磁気ディスクと、磁気ディスクを回転するスピンドルモータと、磁気ディスクをリード／ライトする磁気ヘッドと、磁気ディスクのトラックに磁気ヘッドを位置つけるVCMアクチュエータとを備えている。このディスクドライブの記録密度が飛躍的に増大しており、磁気ディスクのトラック密度が増加している。特に、磁気ヘッドに、MRヘッドを用いたことにより、高密度化が可能となっている。このため、高精度の位置決めを高速に行うことが必要となる。

【0003】

【従来の技術】

図25は、従来技術を説明するための位置信号の説明図、図26は、そのP o s N及びP o s Qの説明図、図27は、これによる復調位置と実位置との関係図である。

【0004】

コンピュータから記録・再生コマンドを受けると、ディスクドライブは、磁気ヘッドを現在位置から目標位置に移動する。これをシーク動作という。このシーク動作は、コアース制御後、整定制御を経て、フォローリング制御に移行する動作である。目標位置に移動する制御及び目標位置でフォローリングする制御のため、フィードバック制御が使用される。フィードバック制御は、ヘッドの現在位置を検出し、目標位置と現在位置との位置誤差を計算し、位置誤差がなくなるように、ヘッドのアクチュエータを制御するものである。

【0005】

ヘッドの現在位置を検出するため、ディスクには、図25に示すような、位置信号が記録されている。位置信号は、トラック番号とオフセット信号からなる。トラック番号は、そのトラック位置をデジタルに示す。オフセット信号は、そのトラック中心からのオフセット位置を検出するため、設けられる。たとえば、図25では、位相の90度ずれた4相のバーストサーボパターンP o s A, P o s

B, PosC, PosDで構成されている。

【0006】

ヘッドは、ディスクの位置信号を読み出し、読みだした位置信号から現在位置が復調される。磁気ヘッドが読み取った位置信号は、復調回路により復調され、トラック番号と、オフセット信号が得られる。オフセット信号は、前述のサーボ信号の振幅から得られるものであり、その大きさは、そのトラック番号のトラック中心からの位置ずれ量に比例している。

【0007】

図25のサーボパターンの振幅から、図26に示す2相の位置信号PosN、PosQが復調される。この位置信号は、90度位相がずれている。例えば、以下の(1)、(2)式により、位置信号PosN、PosQが計算される。

【0008】

$$\text{PosN} = \text{PosA} - \text{PosB} \quad (1)$$

$$\text{PosQ} = \text{PosC} - \text{PosD} \quad (2)$$

この位置信号の直線部分を使用して、復調位置（現在位置）が復調される。この復調位置は、計算によって、得られる。例えば、復調位置Positionは、下記の式で計算する（たとえば、特開平8-195044号公報）。

即ち、PosNの絶対値abs(PosN)と、PosQの絶対値abs(PosQ)との大きさを比較し、 $\text{abs}(\text{PosN}) \leq \text{abs}(\text{PosQ})$ である時は、下記(3)式により、復調位置を得る。

【0009】

$$\text{Position} = -\text{sgn}(\text{PosQ}) * \text{PosN} + \text{Track} \quad (3)$$

但し、 $\text{sgn}(\text{PosQ}) * \text{even}(\text{Track}) > 0.0$ である時は、下記(4)式を(3)式に加算する。

【0010】

$$\text{Position} += \text{sgn}(\text{PosQ}) * \text{sgn}(\text{PosN}) * 1.0 \quad (4)$$

逆に、 $\text{abs}(\text{PosN}) \leq \text{abs}(\text{PosQ})$ でないときは、下記式(5)を使用する。

【0011】

$$\text{Position} = \text{sgn}(\text{PosN}) * (\text{PosQ} + \text{even}(\text{Track}) * 0.5) + \text{Track} \quad (5)$$

ここで、 $\text{sgn}()$ は、()の符号、Trackは、トラック番号、 $\text{even}(\text{Track})$ は、

トラック番号が、偶数の時、「1」、奇数の時、「0」である。

これを、C言語プログラムで記述すると、下記の如くなる。

【0012】

```
if (abs(PosN) ≤ abs(PosQ)) {
    Position=-sgn(PosQ)*PosN+Track;
    if (sgn(PosQ)*even(Track)>0.0)
        Position+=sgn(PosQ)*sgn(PosN)*1.0 ;
} else {
    Position=sgn(PosN)*(PosQ+even(Track)*0.5)+Track;
}
```

この時のPosN、PosQは、図26に示され、計算により得られた復調位置と実位置との関係は、図27に示される。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の復調方法は、ヘッド、即ち、アクチュエータの速度がゼロである時に、正確な位置がえられるように、設定されていた。即ち、前述のフォローイング時に、正確な復調位置を得るためのものであり、速度がゼロでない時の正確性は、考慮されていなかった。従来は、ヘッドが、速度をもつときは、図26の矢印に示すように、サーボパターンを斜めに横切ることは知られていたが、この場合の復調位置の正確性は、考慮されていない。

【0014】

一方、近年のディスクドライブの高密度化、高速化の要求に従い、シーク制御中、すなわち、速度がゼロでない時にも、復調位置の正確性が要求される。例えば、前述の整定制御では、目標トラックの数トラック前に、到達した時に、速度制御から切り替えられる。この数トラック前に到達したことは、目標位置と復調位置との位置誤差から検出される。即ち、速度がゼロでない時の復調位置から得られる。

【0015】

この復調位置に誤差があれば、整定制御に移行する時のトラック位置が、異な

るため、整定制御に要する時間が異なる。近年の高速化の要求に伴い、この時間の誤差が、シーク時間のばらつきを引き起こす。特に、シーク時間の高速化のため、速度制御の目標速度を高くすると、整定制御開始時のヘッド速度が速くなり、一層、復調位置の誤差が大きくなり、シーク時間の高速化の阻害となるという問題が生じていた。

【0016】

また、速度制御では、前述の位置誤差から目標速度を生成するため、この復調位置に誤差があれば、目標速度も所定の速度とは、異なり、設計上のシーク性能が得られないという問題も生じる。

【0017】

本発明の目的は、ヘッドが速度をもつときにも、ヘッドの位置を正確に復調するためのヘッド位置決め制御方法及び装置を提供するにある。

【0018】

本発明の他の目的は、ヘッドの速度に応じて、ヘッドの位置を正確に復調するためのヘッド位置決め制御方法及び装置を提供するにある。

【0019】

本発明の更に他の目的は、ヘッドの位置を正確に復調して、シーク時間を短縮するためのヘッド位置決め制御方法及び装置を提供するにある。

【0020】

本発明の更に他の目的は、ヘッドの速度に依存する復調位置の誤差を除去するためのヘッド位置決め制御方法及び装置を提供するにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】

この目的の達成のため、本発明のディスク装置のヘッド位置決め制御方法の一態様は、前記ヘッドが読み取った前記ディスクの位置信号を復調するステップと、前記復調結果に応じて復調位置を算出するステップと、前記復調位置と目標位置との位置誤差に応じて、制御量を算出し、前記ヘッドを駆動するアクチュエータを制御するステップとを有し、前記算出ステップは、前記復調結果を、前記ヘッドの移動速度に応じた補正值で補正して、復調位置を得るステップを有する。

【0022】

又、本発明のディスク装置のヘッド位置決め制御装置は、前記ヘッドが読み取った前記ディスクの位置信号を復調する復調回路と、前記復調結果に応じて復調位置を算出し、前記復調位置と目標位置との位置誤差に応じて、制御量を計算し、前記ヘッドを駆動するアクチュエータを制御する制御回路とを有し、前記制御回路は、前記復調結果を、前記ヘッドの移動速度に応じた補正值で補正して、前記復調位置を算出する。

【0023】

本発明者は、速度がある時の復調位置と実位置との関係を検討したところ、これらの誤差が、ヘッド、即ち、アクチュエータの速度に依存することを見出した。従って、復調結果を、ヘッドの移動速度に応じた補正值で補正することにより、正確に位置を復調することができる。又、ヘッドの移動速度に応じた補正值のため、移動速度がゼロの時は、従来と同様に、正確に位置を復調でき、且つ従来の復調計算に、容易に付加でき、実現も容易である。

【0024】

本発明の他の態様のヘッド位置決め制御方法は、前記復調ステップは、前記位置信号から互いに位相の異なる第1の位置情報と、第2の位置情報を復調するステップを有し、前記算出ステップは、前記第1の位置情報と前記第2の位置情報を比較するステップと、前記比較結果に応じて、前記第1の位置情報を、前記ヘッドの移動速度に応じた第1の補正值で補正するステップと、前記比較結果に応じて、前記第2の位置情報を、前記ヘッドの移動速度に応じた第2の補正值で補正するステップとを有する。

【0025】

この態様では、位相の異なる複数の位置情報を復調する場合には、これら位置情報の位相関係も異なることを見出し、おのおのに適した補正值で補正して、位相関係も補正し、更に正確に位置を復調するものである。

【0026】

本発明の別の態様のヘッド位置決め制御方法は、前記復調ステップは、前記位置信号から、トラック番号とオフセット情報とを復調するステップからなり、前

記算出ステップは、前記ヘッドの移動速度が、所定の速度より早いときは、前記トラック番号を前記復調位置として選択するステップと、前記ヘッドの移動速度が、前記オフセット情報を、前記ヘッドの移動速度に応じた補正值で補正して、復調位置を算出するステップとを有する。

【0027】

この態様では、ヘッドの速度が早くなるにつれて、復調位置の誤差も大きくなるため、正確な補正が困難となるおそれがある。このため、ヘッドの速度が、限界速度以上の場合には、前述のオフセット情報を使用せず、トラック番号のみで、復調位置を得るもである。

【0028】

本発明の別の態様のヘッド位置決め制御方法は、前記復調ステップは、前記位置信号から、トラック番号とオフセット情報を復調するステップからなり、前記算出ステップは、前記ヘッドの移動速度に、前記トラック番号の記録位置を基準として、前記オフセット情報の記録位置に応じたゲインを付与した補正值で、前記オフセット情報を補正するステップを有する。

【0029】

この態様では、補正值を得るために速度ゲインを使用する。この速度ゲインは、ヘッドが横切るサーボパターンの位置に依存するため、サーボパターンの位置に応じて設定する。この時、絶対位置であるトラック番号の記録位置を基準として、前記オフセット情報の記録位置とすることにより、正確な速度ゲインを設定でき、正確な復調位置が得られる。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を、位置復調方法、ディスク装置、位置決め制御系、実施例、他の実施の形態に分けて、説明する。

【0031】

・・位置復調方法・・

図1は本発明の位置復調方法の一実施の態様の説明図、図2乃至図9は、本発明の一実施の態様の位置復調方法を説明するための各ヘッド速度における位置情報

P_osN、P_osQ及び計算後の復調位置のシミュレーション結果を示す図である。

【0032】

図1に示すように、ディスクに記録されたサーボパターンは、サーボマークと、トラック番号と、4つのバーストサーボ信号P_osA、P_osB、P_osC、P_osDで構成されている。サーボマークは、サーボパターンの先頭を示す。トラック番号は、トラックのアドレスを示す。4つのバーストサーボ信号P_osA、P_osB、P_osC、P_osDは、2分の1トラック単位に記録されたパターンであり、トラック中心からのオフセット位置を示すために、使用される。

【0033】

図1に示すように、ヘッドが移動速度を持ち、ヘッドが斜めにサーボパターンを横切る時の位置情報、復調位置をシミュレーションしてみる。図2は、速度が、5トラック／サンプルの時の、実位置に対するP_osN、P_osQの様子を示す。この場合の、従来の復調位置計算方法で計算した復調位置と、実位置との関係を、図3に示す。図3に示すように、実位置に対し、復調位置がずれていることが判る。図2を詳細に見ると、図27の速度ゼロの場合に比べ、実位置に対し、P_osNが図の右方向（トラック増加方向）に、P_osQが図の左方向（トラック減少方向）にシフトしている。

【0034】

図4は、速度が、10トラック／サンプルの時の、実位置に対するP_osN、P_osQの様子を示す。この場合の、従来の復調位置計算方法で計算した復調位置と、実位置との関係を、図5に示す。図5に示すように、実位置に対し、復調位置が更にずれていることが判る。図4を詳細に見ると、図27の速度ゼロの場合に比べ、実位置に対し、P_osNが図の右方向（トラック増加方向）に、P_osQが図の左方向（トラック減少方向）に更にシフトしている。

【0035】

図6は、速度が、20トラック／サンプルの時の、実位置に対するP_osN、P_osQの様子を示す。このとき、従来の復調位置計算方法で計算した復調位置と、実位置との関係を、図7に示す。図7に示すように、実位置に対し、復調位

置が更にずれていることが判る。図6を詳細に見ると、図27の速度ゼロの場合に比べ、実位置に対し、PosNが図の右方向（トラック増加方向）に、PosQが図の左方向に更にシフトしている。

【0036】

図8は、速度が、30トラック／サンプルの時の、実位置に対するPosN, PosQの様子を示す。このとき、従来の復調位置計算方法で計算した復調位置と、実位置との関係を、図9に示す。図8に示すように、実位置に対し、PosNが図の右方向（トラック増加方向）に、PosQが図の左方向に更にシフトし、PosNとPosQとの位相が逆転している。このため、図9に示すように、復調位置は、実位置を示すことが困難である。

【0037】

以上のことから、次のことが判る。復調位置の誤差は、ヘッドの移動速度に比例している。又、PosNとPosQの位相関係が、ヘッドの移動速度に応じて、ずれる。更に、移動速度が、高速になると、さらに、PosNとPosQの位相関係が、逆転し、復調位置と、実位置との対応関係が不明確となる。

【0038】

従って、サーボパターンを変えずに、正確な復調位置を計算するには、速度により補正を行えば、良いことになる。図1に示すように、ヘッドの移動中は、サーボパターンを斜めに横切ることになり、この分、半径方向に位置ずれが生じる。ここで、ヘッドの移動速度をv、各サーボ信号PosA-PoS Dの円周方向の幅をT0とし、サンプル周期をTsとする。そして、基準位置を、PosBとPosCとの境界位置においていた場合に、PosNの検出位置であるPosAとPosBとの境界位置での半径方向の位置ずれ量 ΔT は、下記式で表すことができる。

【0039】

$$\Delta T = (v / T_s) * T_0 \quad (6)$$

基準位置を、PosBとPosCとの境界位置においていた場合に、PosQの検出位置は、PosCとPosDとの境界位置であるので、即ち、PosNとPosQは、対称に配置されているので、PosQに対しては、 $-\Delta T$ を、補正すれ

ば良い。即ち、前述の(3)式、(5)式に速度補正項を、加えれば良い。従つて、前述と同様の復調計算式で示すと、下記の如くなる。

$\text{abs}(\text{PosN}) \leq \text{abs}(\text{PosQ})$ である時は、下記(7)式により、復調位置を得る。

【0040】

$$\text{Position} = -\text{sgn}(\text{PosQ}) * \text{PosN} + \text{Track} + \Delta T \quad (7)$$

但し、 $\text{sgn}(\text{PosQ}) * \text{even}(\text{Track}) > 0.0$ である時は、下記(4)式を(7)式に加算する。

【0041】

$$\text{Position} += \text{sgn}(\text{PosQ}) * \text{sgn}(\text{PosN}) * 1.0 \quad (4)$$

逆に、 $\text{abs}(\text{PosN}) \leq \text{abs}(\text{PosQ})$ でないときは、下記式(8)を使用する。

【0042】

$$\text{Position} = \text{sgn}(\text{PosN}) * (\text{PosQ} + \text{even}(\text{Track}) * 0.5) + \text{Track} - \Delta T \quad (8)$$

これを、同様に、C言語プログラムで記述すると、下記の如くなる。

【0043】

```
if (abs(PosN) ≤ abs(PosQ)) {
    Position = -sgn(PosQ) * PosN + Track + Δ T;
    if (sgn(PosQ) * even(Track) > 0.0)
        Position += sgn(PosQ) * sgn(PosN) * 1.0;
} else {
    Position = sgn(PosN) * (PosQ + even(Track) * 0.5) + Track - Δ T;
}
```

例えば、3.5インチのデイスクにおいて、5400 rpm、TPI（トラック密度）を、11800 とすると、パターン幅T0は、1.8 μs となる。サンプル周期Tsを、185 μs とすると、ΔTは、下記式で示される。

【0044】

$$\Delta T = (v / 185e - 6) * 1.8e - 6 = 0.0097 * v \quad (9)$$

次に、図8及び図9で示したように、PosNとPosQとの位相が逆転する範囲では、前述の速度補正を行っても、良好な復調位置が得られないおそれがある。このため、PosNとPosQとの位相関係が逆転する速度においては、復

調位置の計算に、PosNとPosQとを使用しない。即ち、下記(10)式のように、トラック番号のみを使用する。

【0045】

Position=Track (10)

この限界速度Vtを求める。基準位置が、PosBとPosCの境界であるときは、PosNとPosQとの位相が逆転する条件は、PosNとPosQとの位相が0.25トラックずれているため、速度によるオフセット（位置ずれ）ΔTが、0.25トラックである。即ち、(6)式により、

$$(Vt/Ts) * T0 = 0.25 \quad (11)$$

前述の条件、即ち、パターン幅T0は、1.8μs、サンプル周期Tsを、185μsとして、限界速度Vtを計算すると、下記のようになる。

$$Vt = 0.25 Ts / T0 = 0.25 * 185 / 1.8 = 25.7 \text{ (track/sample)}$$

尚、速度が速いときは、位置検出誤差も伴う。このため、位置から計算する速度も誤差を持つ。したがって、前述の理論的な限界速度値より、実際の限界速度を小さくすることが好ましい。

【0046】

・ディスク装置・

図10は、本発明の一実施の態様のディスク装置の上面図、図11は、そのディスク装置の断面図である。この例では、ディスク装置として、ハードディスク装置を例にしてある。

【0047】

図10及び図11に示すように、磁気ディスク6は、基板（円板）に磁気記録層を設けて構成される。磁気ディスク6は、3.5インチの大きさであり、ドライブ内に、3枚設けられている。スピンドルモータ5は、磁気ディスク6を支持し、且つ回転する。磁気ヘッド4は、アクチュエータに設けられている。アクチュエータは、回転型VCM（ボイスコイルモータ）3と、アーム8と、フレクチャー（サスペンション）9を有する。フレクチャー9の先端に、磁気ヘッド4が取り付けられている。

【0048】

磁気ヘッド4は、磁気ディスク6のデータを読み取り、データを書き込む。磁気ヘッド4は、MR素子（再生素子）と、ライト素子とを有する。アクチュエータ3は、磁気ヘッド4を磁気ディスク6の所望のトラックに位置付ける。アクチュエータ3及びスピンドルモータ5は、ドライブベース2に設けられる。カバー1は、ドライブベース2を覆い、ドライブ内部を外部から隔離する。プリント板7は、ドライブベース2の下に設けられ、ドライブの制御回路を搭載する。コネクタ10は、ドライブベース2の下に設けられ、制御回路と外部とを接続する。このドライブは、小型であり、ノートパソコンの内蔵ディスクとして使用される。

【0049】

図12は、プリント板7及びドライブ内に設けられた制御回路のブロック図である。HDC（ハードディスクコントローラ）18は、ホストCPUの各種コマンドの授受、データの授受等のホストCPUとのインターフェース制御及び磁気ディスク媒体上の記録再生フォーマットを制御するための磁気ディスク装置内部の制御信号の発生等を行う。バッファ17は、ホストCPUよりのライトデータの一時的な記憶及び磁気ディスク媒体よりのリードデータの一時的な記憶に使用される。

【0050】

MCU（マイクロコントローラ）19は、マイクロプロセッサ（MPU）、メモリ、DAコンバータ、ADコンバータ等で構成されている。MCU（以下、MPUという）19は、磁気ヘッドの位置決めのためのサーボ制御（位置決め制御）等を行う。MPU19は、メモリに記憶されたプログラムを実行して、サーボ復調回路16よりの位置信号を認識し、位置決めのためのアクチュエータ3のVCM制御電流の制御値を計算する。更に、MPU19は、SPM駆動回路14の駆動電流の制御を行う。

【0051】

VCM駆動回路13は、VCM（ボイスコイルモータ）3に駆動電流を流すためのパワーアンプで構成される。SPM駆動回路14は、磁気ディスクを回転す

るスピンドルモータ（ＳＰＭ）5に駆動電流を流すためのパワーアンプで構成される。

【0052】

リードチャネル15は、記録再生を行うための回路である。リードチャネル15は、ホストCPUよりのライトデータを磁気ディスク媒体6に記録するための変調回路、パラレルシリアル変換回路、磁気ディスク媒体6よりデータを再生するための復調回路、シリアルパラレル変換回路等を有する。サーボ復調回路16は、図6にて後述するように、磁気ディスク媒体6に記録されたサーボパターン（図5にて後述する）を復調する回路であり、MPU19に位置信号を出力する。

【0053】

尚、図示されていないが、ドライブHDA内には、磁気ヘッド4に記録電流を供給するライトアンプと、磁気ヘッド4よりの再生電圧を増幅するプリアンプとを内蔵したヘッドICが設けられている。

【0054】

ここでは、ディスク装置として、磁気ディスク装置を例に説明しているが、DVD、MO等の光ディスク装置等を用いても良く、リード／ライト可能な装置で示しているが、リードオンリーの装置（再生装置）を用いても良い。

【0055】

・・位置決め制御系・・

次に、MPU19が実行する位置決め制御系について説明する。

【0056】

図13は、位置決め制御系のブロック図、図14は、図12のサーボ復調回路のブロック図、図15は、図14の回路のタイムチャート、図16は、図13のサーボ制御の説明図、図17は、復調位置計算方法の説明図、図18は、図13の位置復調部の機能ブロック図、図19は、限界速度の説明図である。

【0057】

図13に示すように、位置決め制御系は、MPU19と、VCM3と、磁気ヘッド15と、サーボ復調回路16とで構成されている。磁気ヘッド15のMRへ

ッドは、磁気ディスク6のサーボパターンを読みだす。磁気ディスク6は、セクターサーボ方式により、セクター毎に、サーボパターンが書き込まれている。

【0058】

このサーボパターンは、図1及び図17に示すように、サーボマークと、トラック番号と、4つのバーストサーボ信号PosA、PosB、PosC、PosDで構成されている。サーボマークは、サーボパターンの先頭を示す。トラック番号は、トラックのアドレスを示す。4つのバーストサーボ信号PosA、PosB、PosC、PosDは、2分の1トラック単位に記録されたパターンであり、トラック中心からのオフセット位置を示すために、使用される。

【0059】

図13のサーボ復調回路16を、図14、図15により説明する。プリアンプ30は、MRヘッド15の読み取り信号を増幅する。AGC（自動ゲイン制御）回路31は、読み取り信号のゲインを調整して、読み取り信号の振幅を一定に制御する。サーボマーク検出回路32は、読み取り信号から図1で示したサーボマークを検出する。

【0060】

ゲート信号生成回路33は、サーボマークの検出に応じて、クロックに同期した各検出器34～38のゲート信号G1, G2, G3, G4, G5（図15参照）を生成する。トラック番号検出器34は、ゲート信号G1に応じて、図1及び図17のトラック番号を検出し、トラック番号を出力する。PosA検出器35は、ゲート信号G2に応じて、図17のバーストサーボ信号PosAを検出して、その振幅をPosAとして出力する。

【0061】

PosB検出器36は、ゲート信号G3に応じて、図17のバーストサーボ信号PosBを検出して、その振幅をPosBとして出力する。PosC検出器37は、ゲート信号G4に応じて、図17のバーストサーボ信号PosCを検出して、その振幅をPosCとして出力する。PosD検出器38は、ゲート信号G5に応じて、図17のバーストサーボ信号PosDを検出して、その振幅をPosDとして出力する。

【0062】

図13に戻り、MPU19は、位置復調部20と、誤差演算器21と、ゲイン補正部22と、コントローラ23とを有する。この各部は、MPU19の機能をブロック化したものである。

コントローラ23は、位置誤差に応じて制御量を算出する周知のサーボコントローラである。サーボコントローラ23は、図16に示すように、位置誤差に応じて、コアース制御、整定制御、フォロイング制御を実行する。

【0063】

コアース制御は、目標位置への速度制御である。コアース制御は、速度制御、PD制御、又は定常バイアス推定を含まないオブザーバ制御等により構成されている。図16に示すように、コアース制御は、加速、定速、減速と、制御モードを切り替える。この加速モードは、電流を流し、速度を速くする制御である。定速モードは、電流を「0」にして、速度を一定速度に保つ制御である。減速モードは、電流を加速時とは反対方向に流し、速度を目標位置付近でゼロに近くする制御である。距離が小さい場合には、定速モードは含まれない。

【0064】

フォロイング制御は、磁気ヘッドを目標位置に追従する制御である。フォロイング制御は、PID制御、 $P \times I \times L e a d \ L a g$ 、定常バイアス推定を含むオブザーバ制御等で構成される。整定制御は、コアース制御とフォロイング制御とのつなぎを行うための制御モードである。整定制御では、制御系に積分要素を含む。

【0065】

図13の位置復調部20は、図1で説明したように、サーボ復調回路16からのトラック番号、PosA、PosB、PosC、PosDから復調位置Positionを算出する。即ち、前述したように、PosA、PosB、PosC、PosDからPosN、PosQを計算する。

【0066】

$$PosN = PosA - PosB \quad (1)$$

$$PosQ = PosC - PosD \quad (2)$$

又は、

$$PosN = PosA - PosC \quad (12)$$

$$PosQ = PosB - PosD \quad (13)$$

次に、ヘッドの実速度 v と制限速度 V_t とを比較する。 $V_t > v$ 、即ち、実速度 v が制限速度 V_t より小さいときは、前述のように、(7)式、(8)式に基づき、復調位置を計算する。

【0067】

ここで、前述の図1の説明では、基準位置として、PosBとPosCとの境界を用いた。しかし、図17に示すように、トラック番号と、バーストサーボ信号PosA、PosB、PosC、PosDの検出時刻には、ずれが生じる。このため、より正確な補正速度を行うには、基準位置を絶対位置にすることが望ましい。このため、図17では、基準位置を、トラック番号の最下位ビット位置とする。ここでは、トラック番号が、最上位ビットから最下位ビットの順で並んでいる。最下位ビットからPosAとPosBとの境界までの時間を T_1 、PosCとPosDとの境界までの時間を T_2 とする。

【0068】

この時、PosNの速度補正值 ΔT_1 と、PosQの速度補正值 ΔT_2 は、
a 下記の式で示される。

【0069】

$$\Delta T_1 = (v * T_1) / T_s \quad (14)$$

$$\Delta T_2 = (v * T_2) / T_s \quad (15)$$

従って、(7)式、(8)式を変形して、下記(16)式、(17)式により、復調位置を計算する。

即ち、 $abs(PosN) \leq abs(PosQ)$ である時は、下記(16)式により、復調位置を得る。

【0070】

$$Position = -sgn(PosQ) * PosN + Track + \Delta T_1 \quad (16)$$

但し、 $sgn(PosQ) * even(Track) > 0.0$ である時は、下記(4)式を(16)式に加算する。

【0071】

`Position+=sgn(PosQ)*sgn(PosN)*1.0` (4)

逆に、 $\text{abs}(\text{PosN}) \leq \text{abs}(\text{PosQ})$ でないときは、下記式(17)を使用する。

【0072】

`Position=sgn(PosN)*(PosQ+even(Track)*0.5)+Track+ΔT2` (17)

これを、同様に、C言語プログラムで記述すると、下記の如くなる。

【0073】

```
if (abs(v)<Vt) {
    if (abs(PosN) ≤ abs(PosQ)) {
        Position=-sgn(PosQ)*PosN+Track+ΔT1;
        if (sgn(PosQ)*even(Track)>0.0)
            Position+=sgn(PosQ)*sgn(PosN)*1.0;
    } else {
        Position=sgn(PosN)*(PosQ+even(Track)*0.5)+Track+ΔT2;
    }
} else {
    Position=Track
}
```

尚、ヘッド、アクチュエータの実速度vは、図13のサーボコントローラ23が計算する速度を使用する。例えば、サーボコントローラ23が、オブザーバーで構成されている時は、オブザーバの推定速度を使用する。

【0074】

更に、この復調部を、機能ブロック図を用いて説明する。図18は、MPU19の位置復調部20、誤差演算器21、ゲイン補正部22の詳細ブロック図である。位置復調部20は、PosN演算器40、PosQ演算器41、N/Q選択、補正部42、PosSnsテーブル43、乗算器44、46、加算器45から成る。

【0075】

PosN演算器40は、PosAからPosBを差し引き、PosN信号を計

算する。PosQ演算器41は、PosCからPosDを差し引き、PosQ信号を計算する。PosN、PosQの直線部分を用いて、オフセット位置を得るために、N/Q選択・補正部42が設けられている。

【0076】

選択・補正部42は、PosQ、PosNの絶対値abs(PosQ)、abs(PosN)を比較する。 $abs(PosQ) \geq abs(PosN)$ なら、PosNを選択する。逆なら、PosQを選択する。即ち、選択・補正部42は、 $abs(PosQ) \geq abs(PosN)$ なら、 $N = -sgn(PosQ) * PosN$ を出力し、逆なら、 $Q = sgn(PosN) * PosQ$ を出力する。尚、sgnは、符号を意味する。

【0077】

又、選択・補正部42は、トラック番号Trackが奇数トラックか偶数トラックかを判定し、奇数トラックなら、even(Track)を「-1」とし、偶数トラックなら、even(Track)を「+1」とする。そして、PosNを選択した場合に、 $[sgn(PosQ) * even(Track)] > 0$ 。0の場合には、 $sgn(PosQ) * sgn(PosN) * 1.0$ を出力する。この値は、±1.0である。それ以外は、「0」を出力する。又、PosQを選択した場合には、even(Track)*0.5を出力する。更に、選択・補正部42は、PosNを選択した場合には、速度補正ゲインT1/Tsを、PosQを選択した場合には、速度補正ゲインT2/Tsを出力する。

【0078】

PosSnsテーブル43は、PosNとPosQとを1/2トラック単位で交互に使用するため、その切り換え時の段差をなくすための感度ゲインを格納する。この感度ゲインは、各トラック、ヘッド毎に設けられている。この感度ゲインは、PosNとPosQを交互に使用しても、実位置に対し、復調位置（検出位置）が連続するように、設定される。

【0079】

乗算器44は、選択・補正部42の出力N又はQに、PosSnsテーブル43の感度ゲインPosSnsTable(Head, Track)を乗算する。乗算器46は、速度補正

ゲインに、コントローラ23からの実速度を乗算し、速度補正值を計算する。加算器45は、トラック番号と乗算器44の出力と、選択・補正部42の「0」、「±0.5」、「±1.0」の出力と、乗算器46の速度補正值とを加算して、復調位置yを計算する。

【0080】

従って、PosN、PosQから得られる復調位置yは、前述のC言語プログラムで記述されたものとなる。

【0081】

誤差演算器21は、復調位置yから目標位置rを差し引き、位置誤差を出力する第1の演算器21-1と、トラック位置から目標位置を差し引き、位置誤差を出力する第2の演算器21-2とからなる。

【0082】

ゲイン補正部22は、実速度と前述の制限速度とを比較し、速度を判定する速度判定器22-2を有する。切り換え器22-1は、コントローラ23へ出力する位置誤差を、第1の演算器21-1の位置誤差と、第2の演算器21-2の位置誤差とから選択して、コントローラ23に出力する。

【0083】

この制限速度について、図19により、説明する。前述のように、制限速度は、90度位相のずれた2相の位置情報を用いる場合には、前述の(11)式により、理論的な値が求められる。例えば、前述の条件、即ち、パターン幅T0は、 $1.8 \mu s$ 、サンプル周期Tsを、 $185 \mu s$ とすると、限界速度Vtは、 $25.7 (track/sample)$ となる。

【0084】

しかし、速度が速いときは、位置検出誤差も伴う。このため、位置から計算する速度も誤差を持つ。その要因として、図19のアクチュエータにかかるバイアス値と、速度オフセットとの関係図に示すように、バイアス値の変動により、速度オフセット（検出速度の誤差）が変化する。従って、検出誤差を考慮し、前述の理論的な限界速度値より、実際の限界速度を小さくすることが好ましい。このように、復調位置を、速度補正することにより、ヘッドの移動中にも、正確

な位置を復調できる。又、速度補正なので、従来の復調計算に容易に付加できる

【0085】

・・実施例・・

図20は、本発明の実施例の説明図である。即ち、3.5インチの磁気ディスク装置において、5400 rpm、TPI（トラック密度）を、11800とし、サーボパターン幅T0を、1.8μsとし、サンプル周期Tsを、185μsとした。この場合、前述の(9)式により、 $\Delta T = 0.0097 * v$ であり、この速度補正により、式(7)及び式(8)をもちいて、復調位置を計算した。図20は、速度を20トラック/サンプルとした時の補正後の復調位置（計算位置）と実位置との関係を示している。図7の補正を行わない従来例と比し、図20の場合は、速度補正により、復調位置が、実位置と一致していることが判る。

【0086】

図21は、図20と同一の条件で、速度を、30トラックとした場合の復調位置を計算した結果である補正後の復調位置（計算位置）と実位置との関係を示している。図21のように、速度が速い時は、速度補正によても、復調位置が、実位置と一致しないことが、判る。従って、前述のように、速度が制限速度以上である時は、(10)式のように、復調位置の計算に、PosN, PosQを含めないことが、有効である。

【0087】

図22及び図24は、本発明の他の実施例の説明図である。即ち、3.5インチの磁気ディスク装置において、5400 rpm、TPI（トラック密度）を、11800とし、サーボパターン幅T0を、1.8μsとし、サンプル周期Tsを、185μsとした。この場合、図17で説明したように、基準位置を、トラック番号の最下位ビットに設定した。この時の速度を10トラック/サンプルとした時のPosNとPosQを、図22に示す。

【0088】

これにより、従来の速度補正を行わない復調計算方法で計算した復調位置と実位置との関係を、比較例として、図23に示す。又、前述の(16)、(17)

式により、速度補正をもちいて、計算した復調位置（計算位置）と実位置との関係を、図24に示す。図23の補正を行わない従来例と比し、図24の場合は、速度補正により、復調位置が、実位置と一致していることが判る。

【0089】

・・他の実施の形態・・

上述の実施の態様の他に、本発明は、次のような変形が可能である。

【0090】

(1) P_{osN} , P_{osQ} の2位相のサーボ情報により、説明したが、1位相のサーボ情報、3位相以上のサーボ情報にも適用できる。

【0091】

(2) また、基準位置も他の位置を採用できる。

【0092】

以上、本発明を実施の形態により説明したが、本発明の主旨の範囲内で種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0093】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、次の効果を奏する。

- (1)復調結果を、ヘッドの移動速度に応じた補正值で補正することにより、正確に位置を復調することができる。
- (2)又、ヘッドの移動速度に応じた補正值のため、移動速度がゼロの時は、従来と同様に、正確に位置を復調でき、且つ従来の復調計算に、容易に付加でき、実現も容易である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態の復調位置計算の説明図である。

【図2】

本発明の復調位置計算方法を説明するための速度が5トラック/サンプル時の P_{osN} , P_{osQ} の説明図である。

【図3】

速度が5 トラック／サンプルの時の従来の計算後の復調位置の説明図である。

【図4】

本発明の復調位置計算方法を説明するための速度が10 トラック／サンプル時のPosN, PosQの説明図である。

【図5】

速度が10 トラック／サンプルの時の従来の計算後の復調位置の説明図である

【図6】

本発明の復調位置計算方法を説明するための速度が20 トラック／サンプル時のPosN, PosQの説明図である。

【図7】

速度が20 トラック／サンプルの時の従来の計算後の復調位置の説明図である

【図8】

本発明の復調位置計算方法を説明するための速度が30 トラック／サンプル時のPosN, PosQの説明図である。

【図9】

速度が30 トラック／サンプルの時の従来の計算後の復調位置の説明図である

【図10】

本発明の一実施の形態のディスク装置の上面図である。

【図11】

図10のディスク装置の断面図である。

【図12】

図10のディスク装置のブロック図である。

【図13】

本発明の一実施の形態の位置決め制御のブロック図である。

【図14】

図13のサーボ復調回路のブロック図である。

【図15】

図14のサーボ復調回路のタイムチャート図である。

【図16】

図14のコントローラの動作説明図である。

【図17】

サーボパターンと基準位置との関係図である。

【図18】

図14の位置復調部の機能ブロック図である。

【図19】

本発明による制限速度を説明するためのバイアス値と速度オフセットとの関係図である。

【図20】

本発明の速度補正を行ったときの効果を説明する図である。

【図21】

本発明のPosN, PosQを使用しない復調方法の効果の説明図である。

【図22】

本発明の基準位置の効果を説明するためのPosN, PosQの説明図である

【図23】

本発明の基準位置の効果を説明するための比較例の説明図である。

【図24】

本発明の基準位置の効果を説明するための実施例の説明図である。

【図25】

従来の位置復調方法を説明するためのサーボパターンの説明図である。

【図26】

従来の位置復調方法を説明するための2相位置信号の説明図である。

【図27】

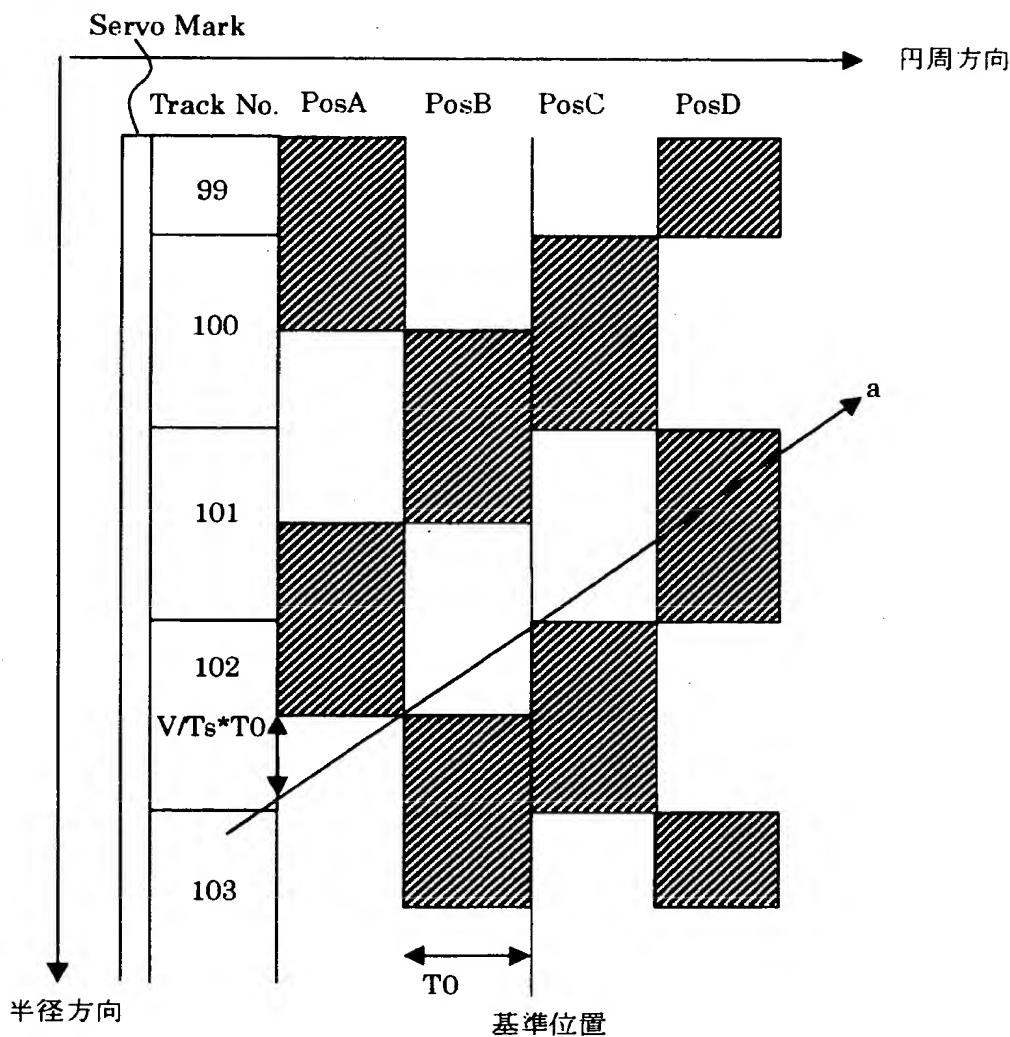
従来の位置復調方法の説明図である。

【符号の説明】

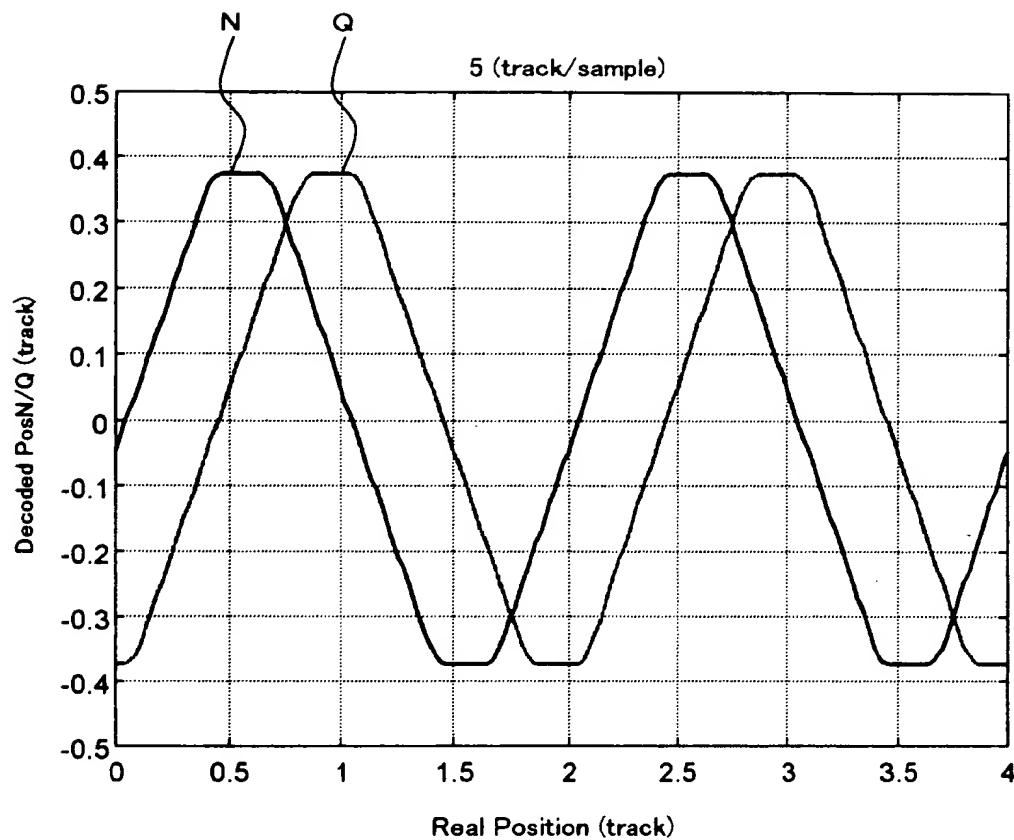
- 3 アクチュエータ
- 4 磁気ヘッド
- 5 スピンドルモータ
- 6 磁気ディスク
- 19 MCU (MPU)
- 20 位置復調部
- 21 誤差演算器
- 22 ゲイン補正部
- 23 コントローラ

【書類名】 図面

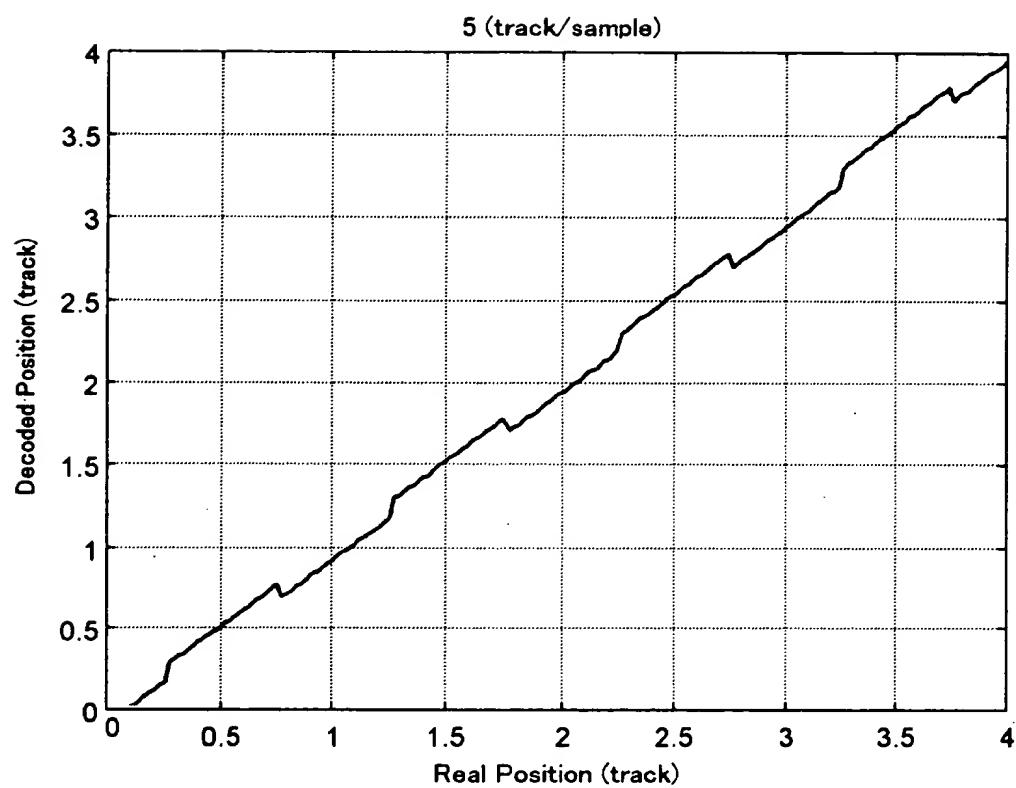
【図1】



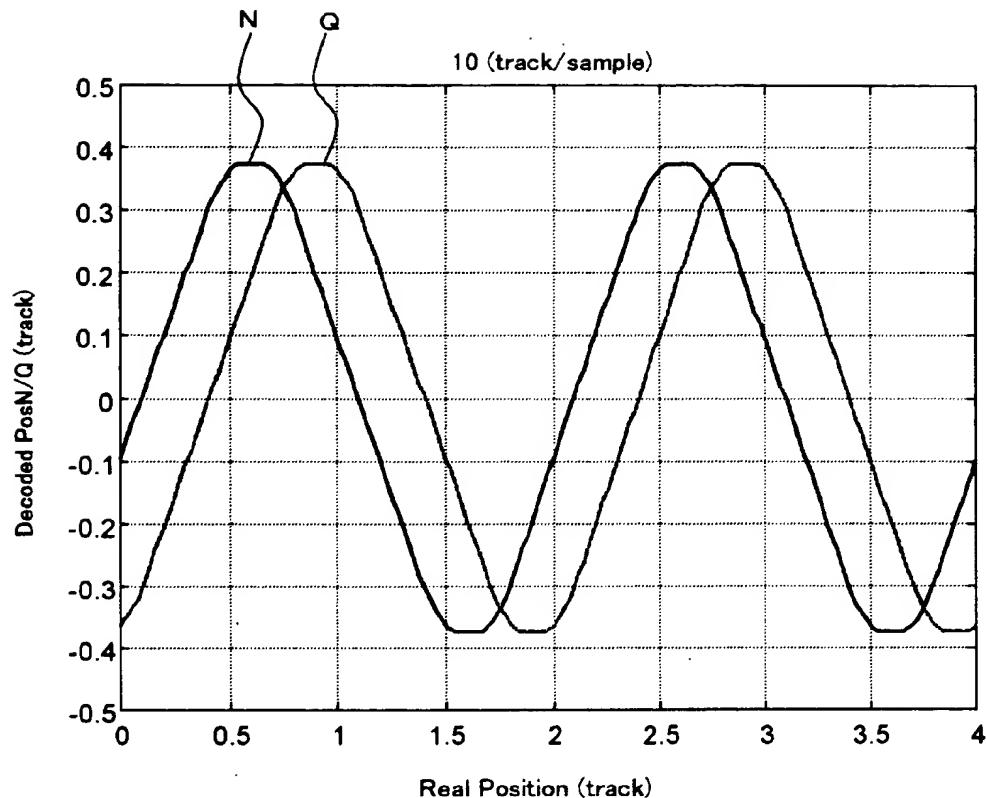
【図2】



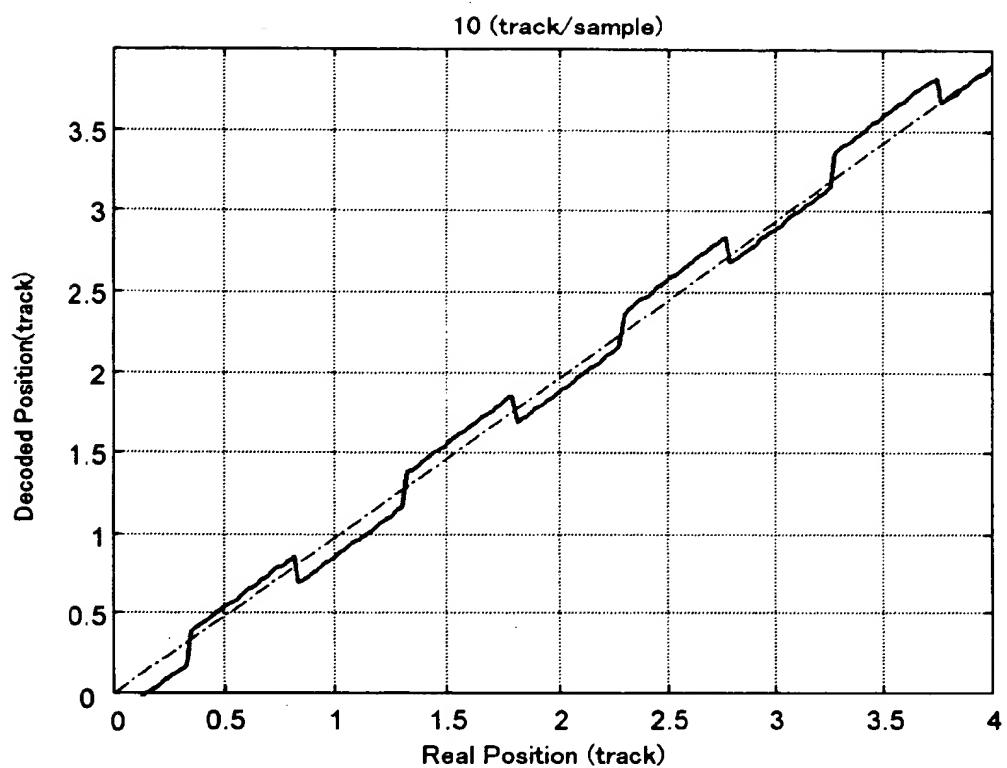
【図3】



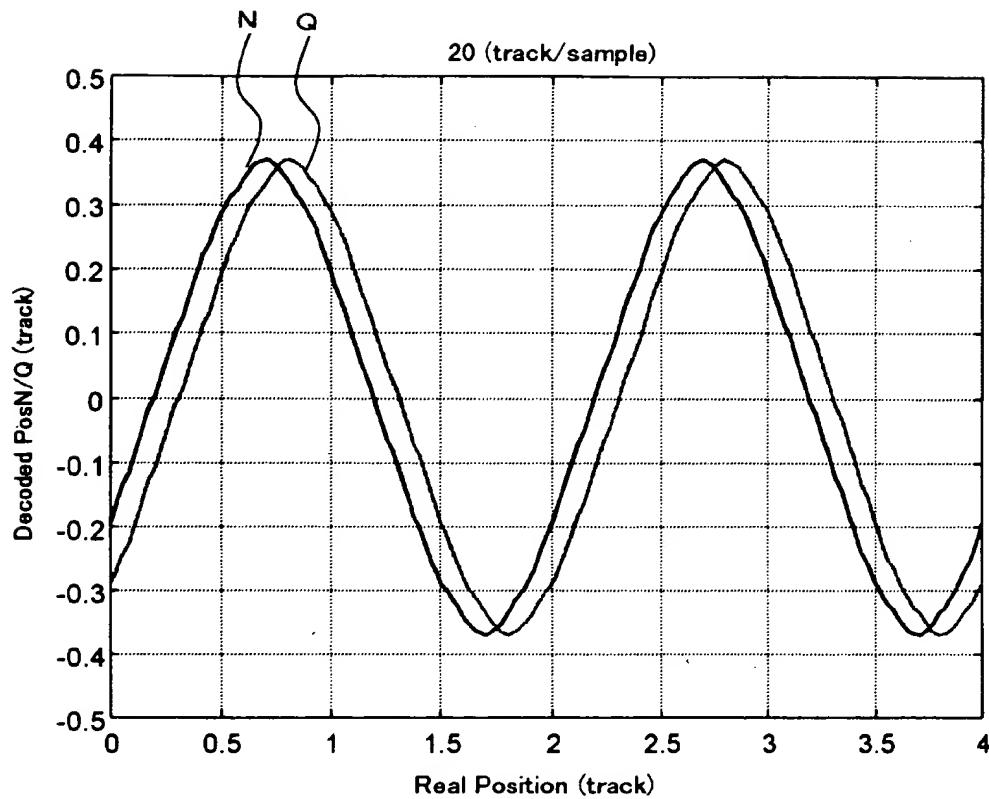
【図4】



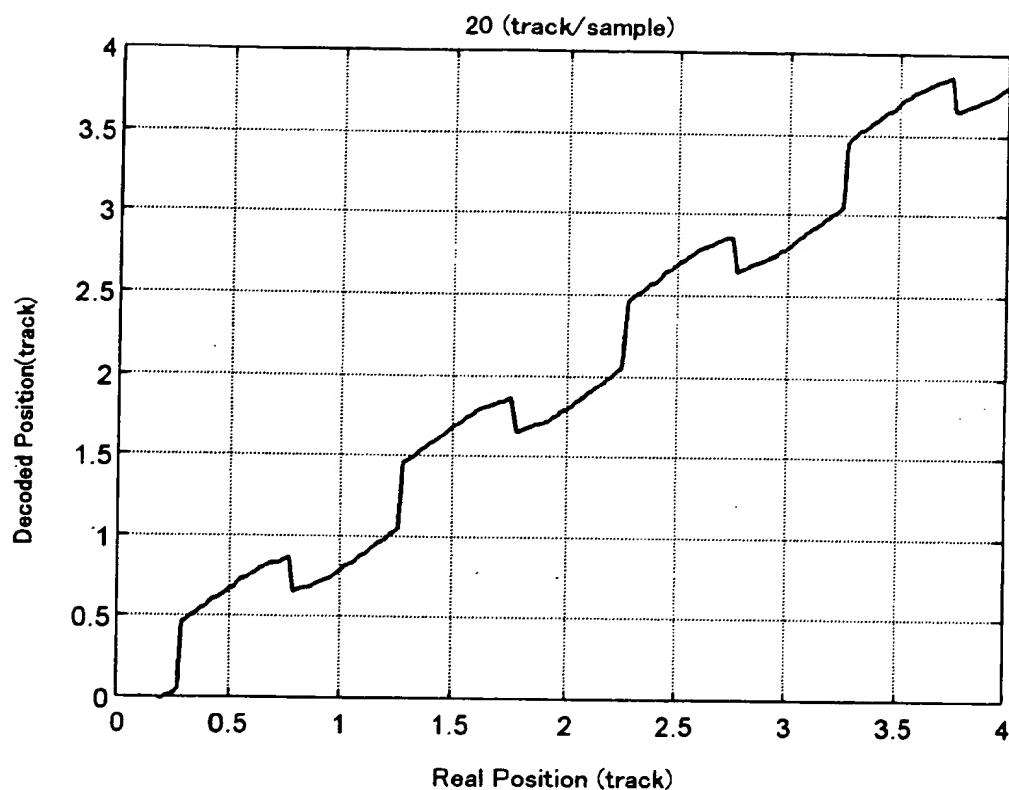
【図5】



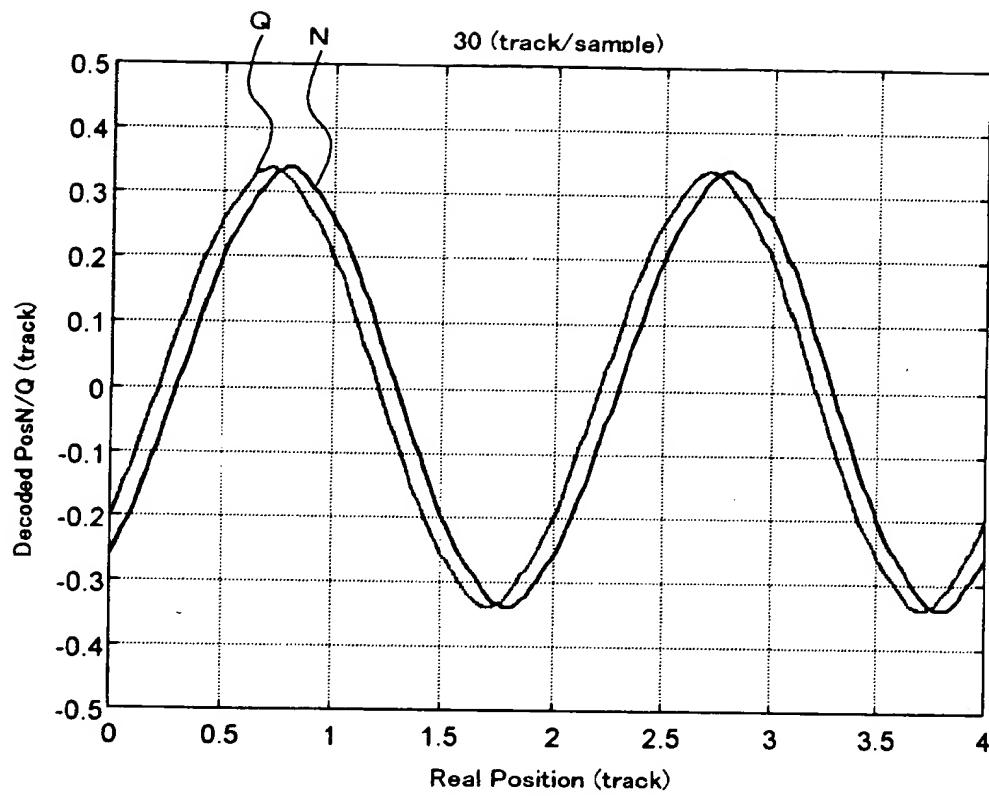
【図6】



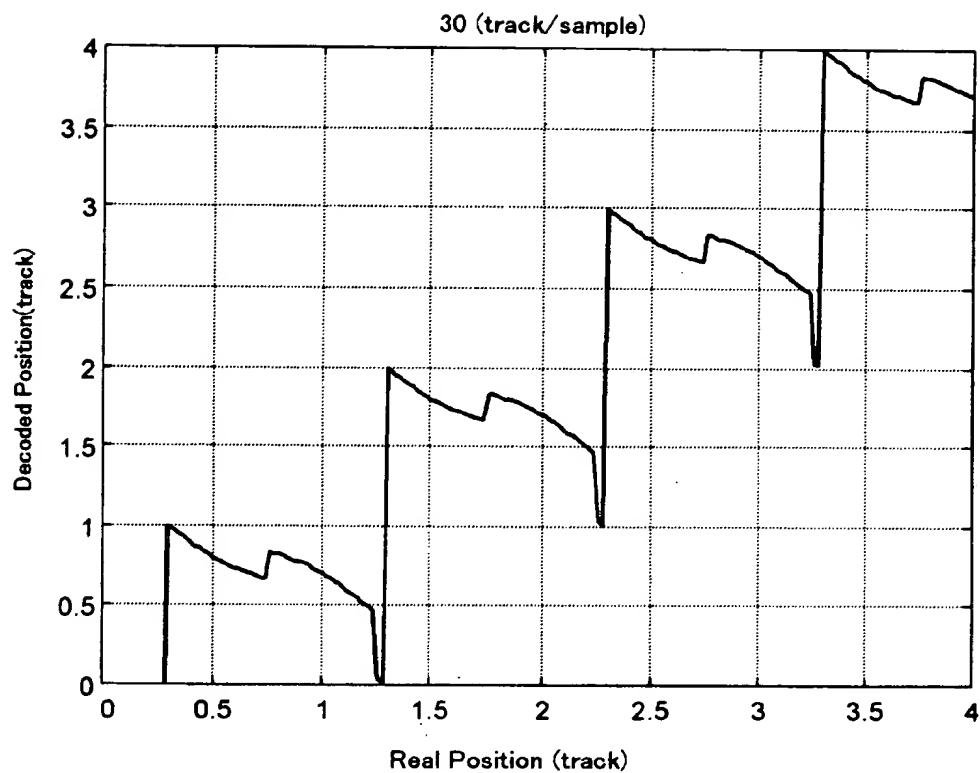
【図7】



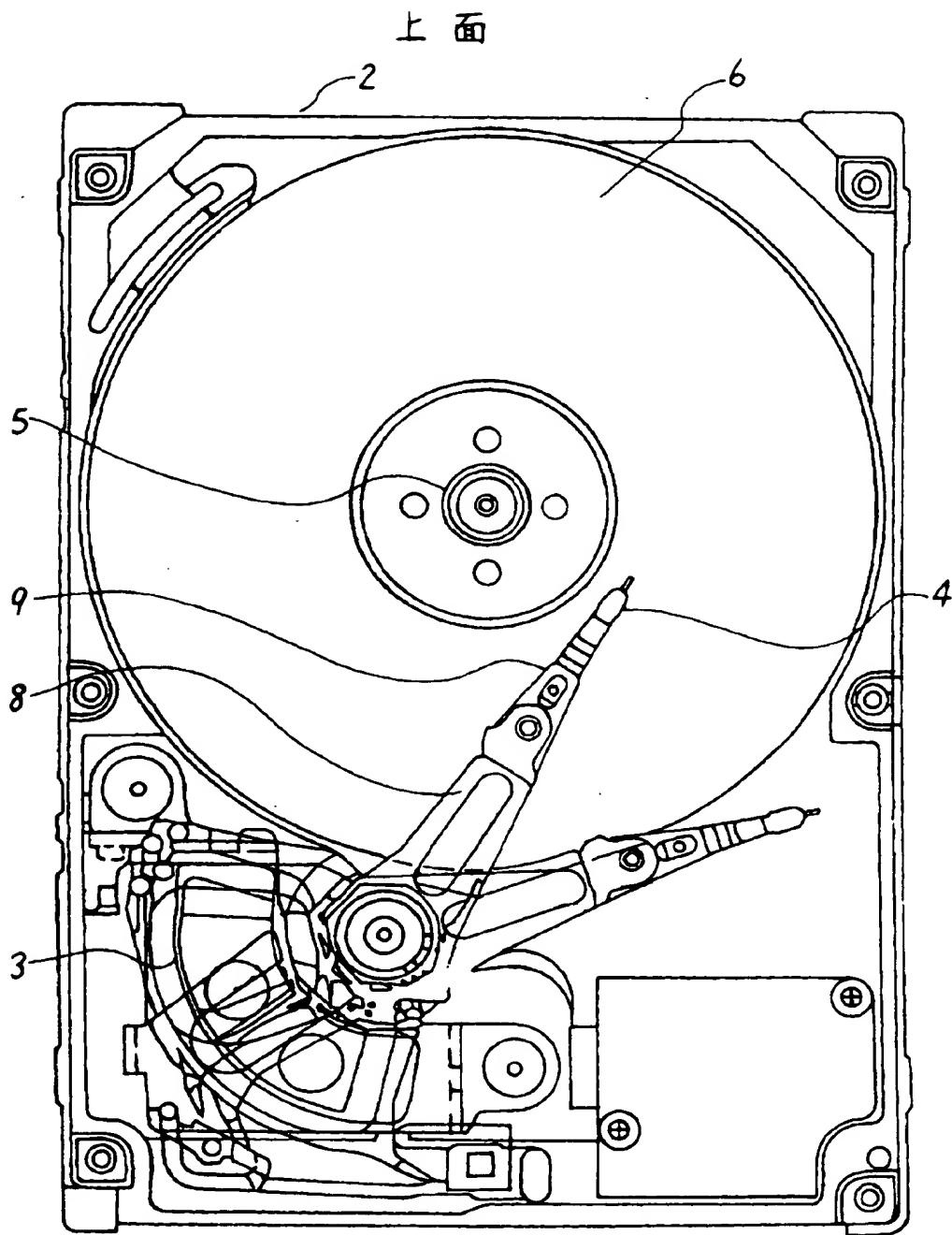
【図8】



【図9】

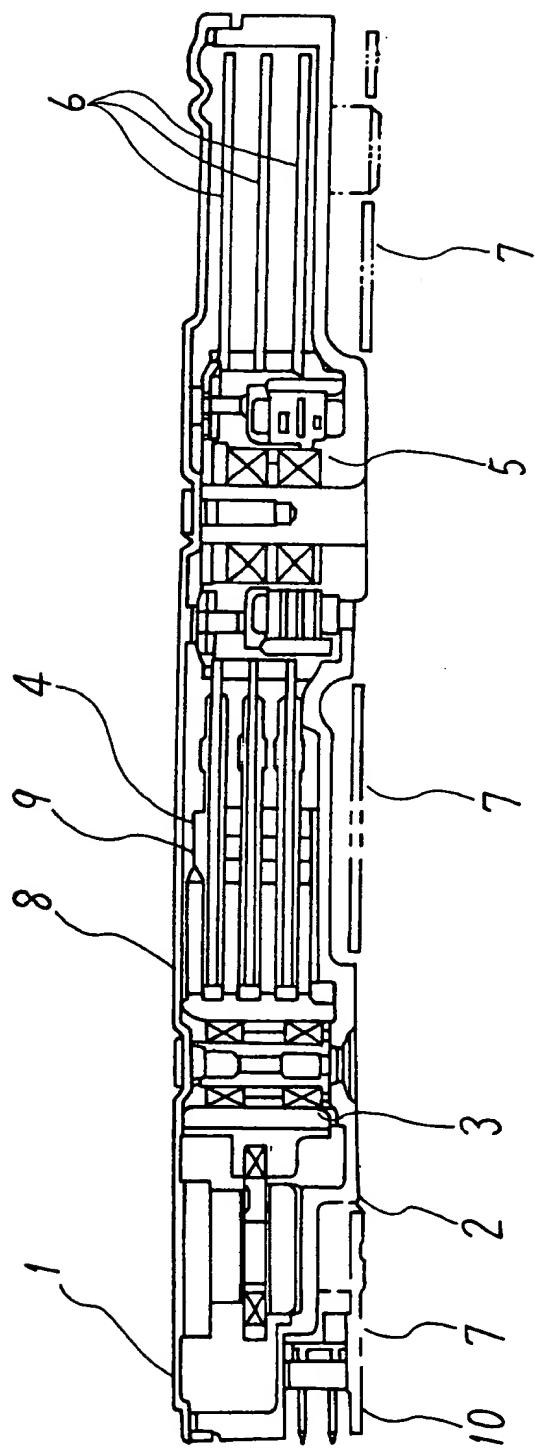


【図10】



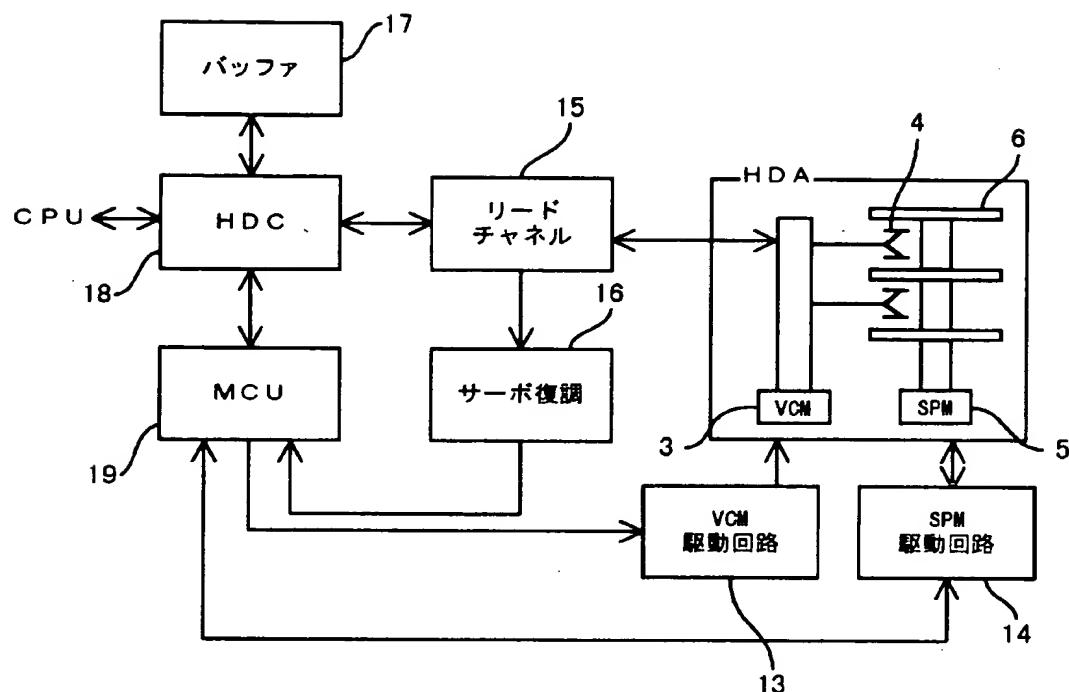
【図11】

断面



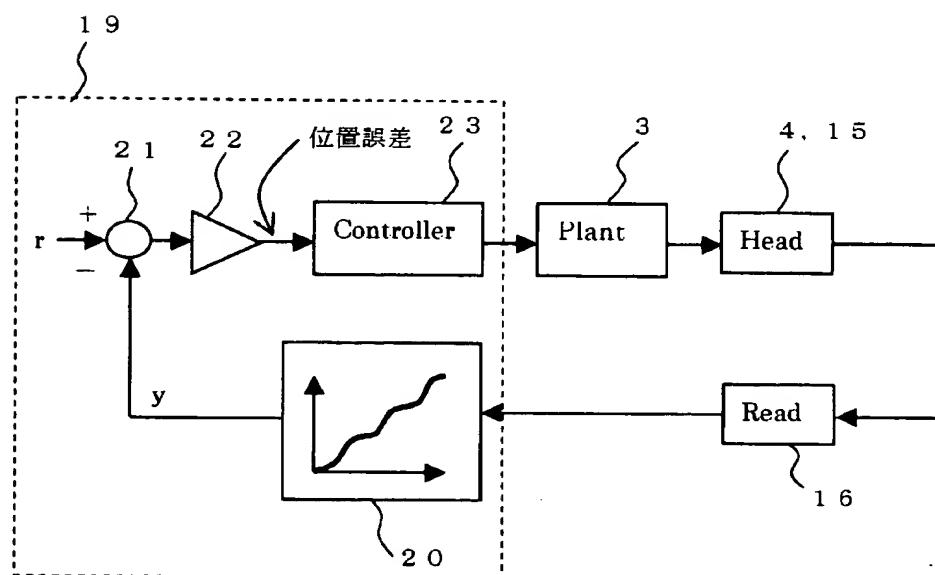
【図12】

ブロック

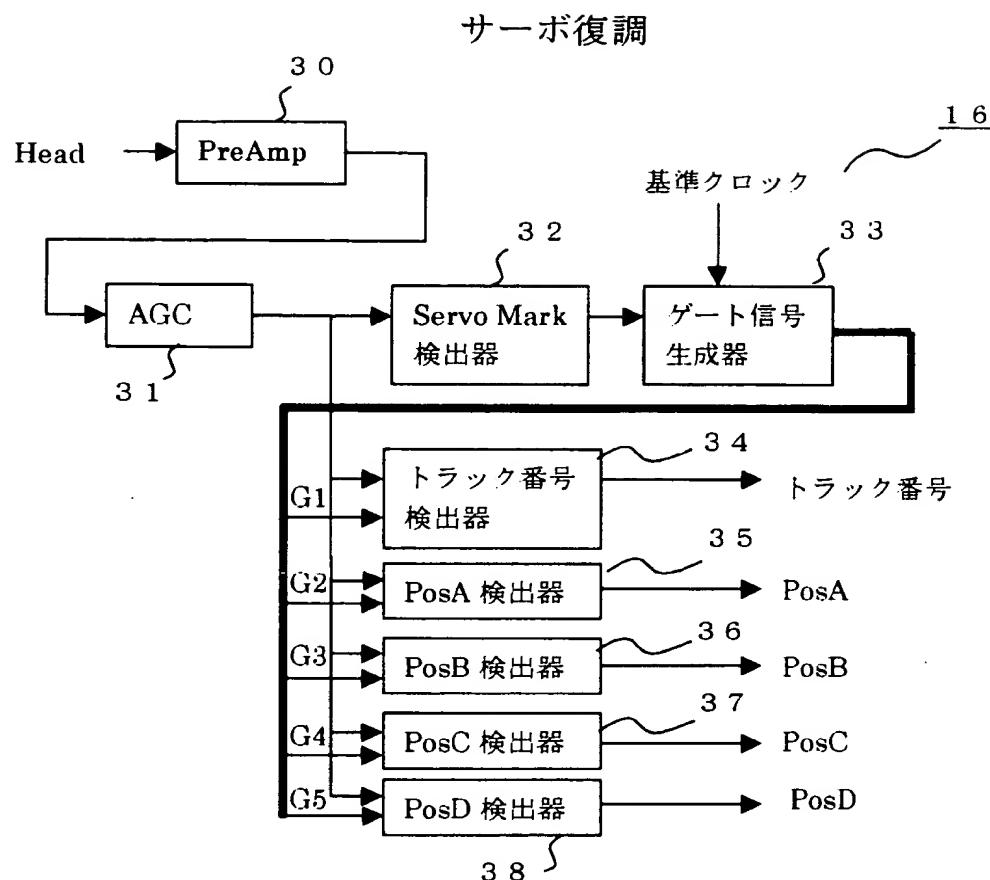


【図13】

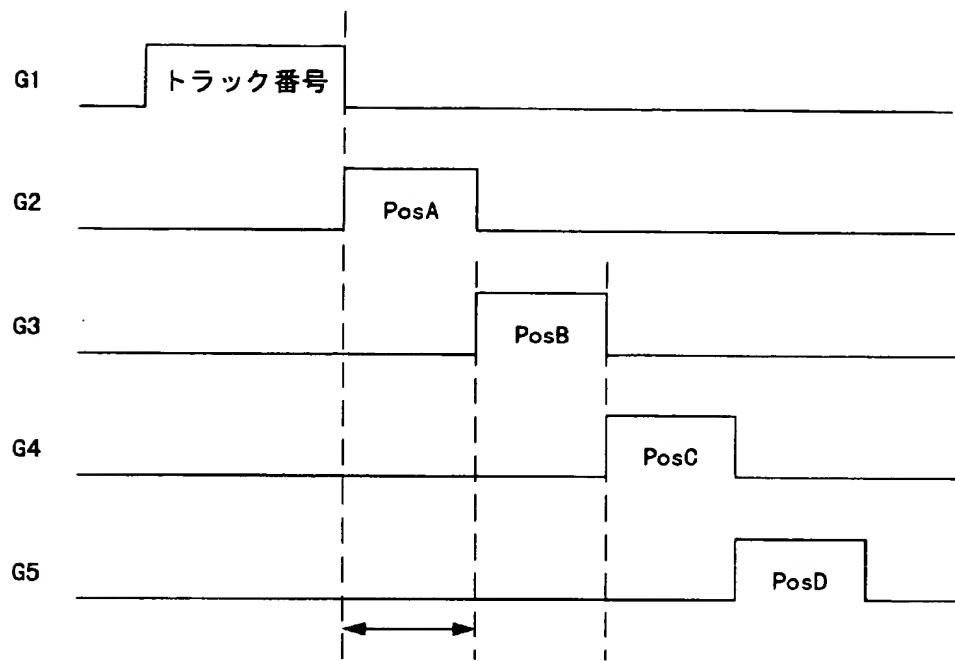
位置決め制御



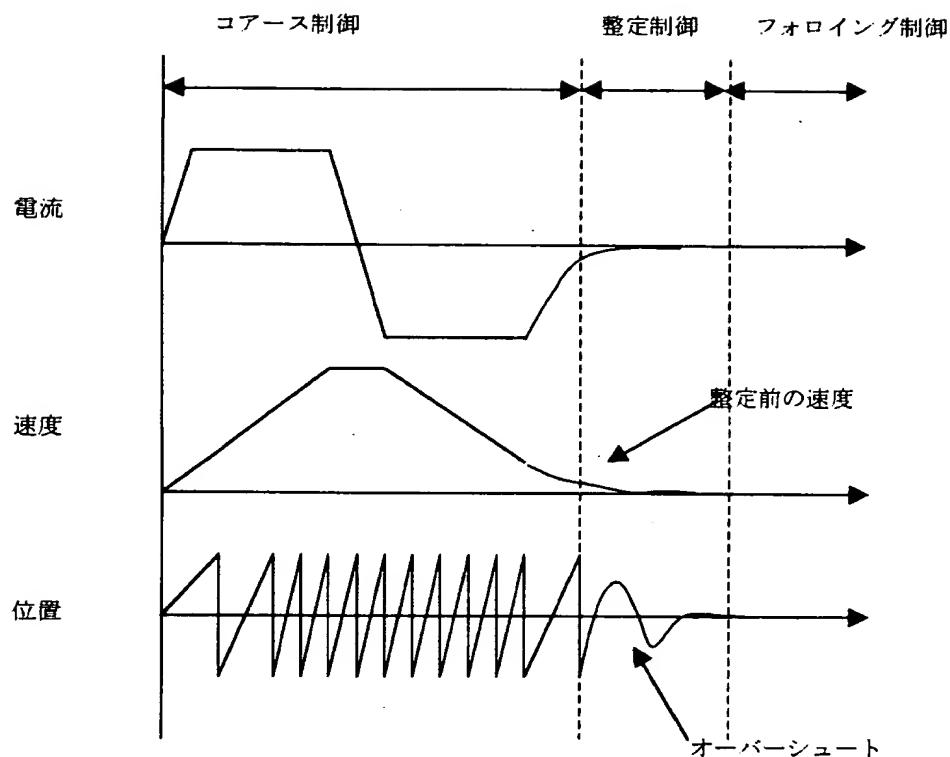
【図14】



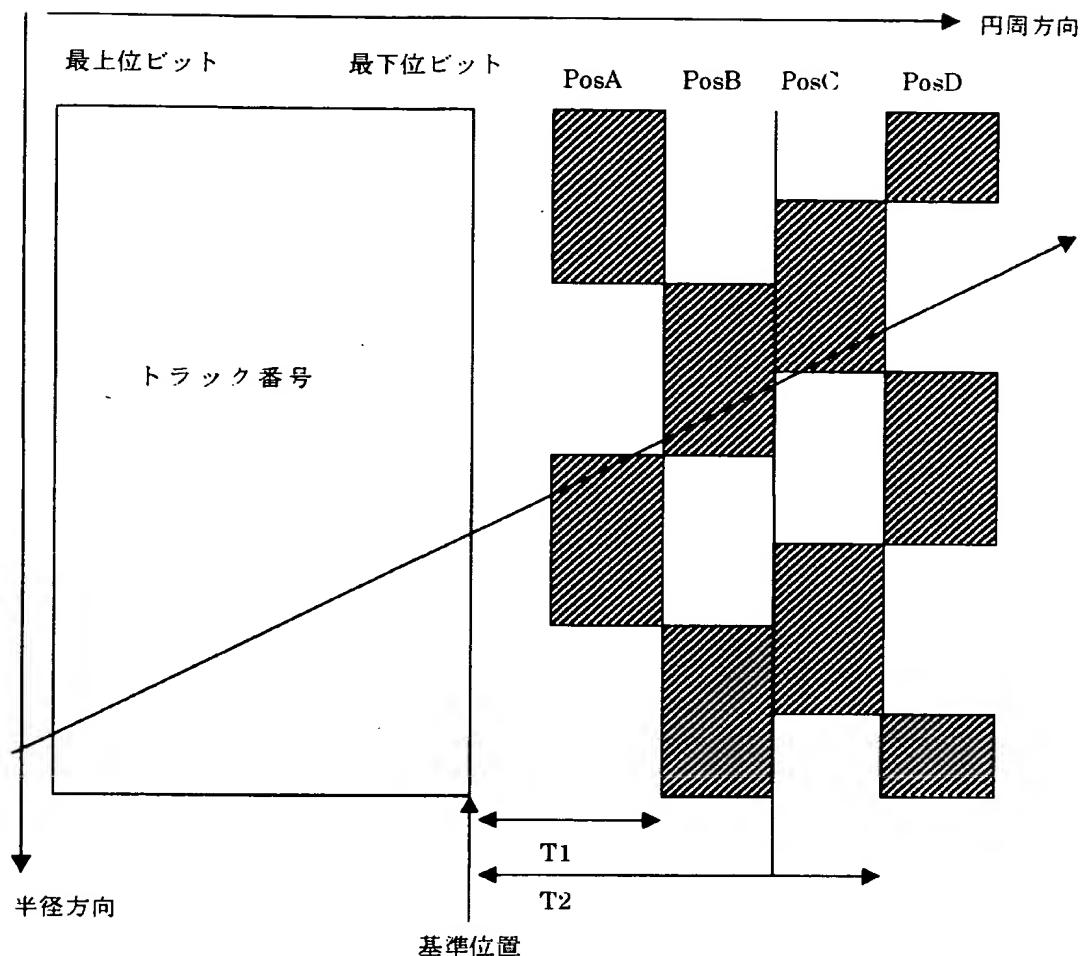
【図15】



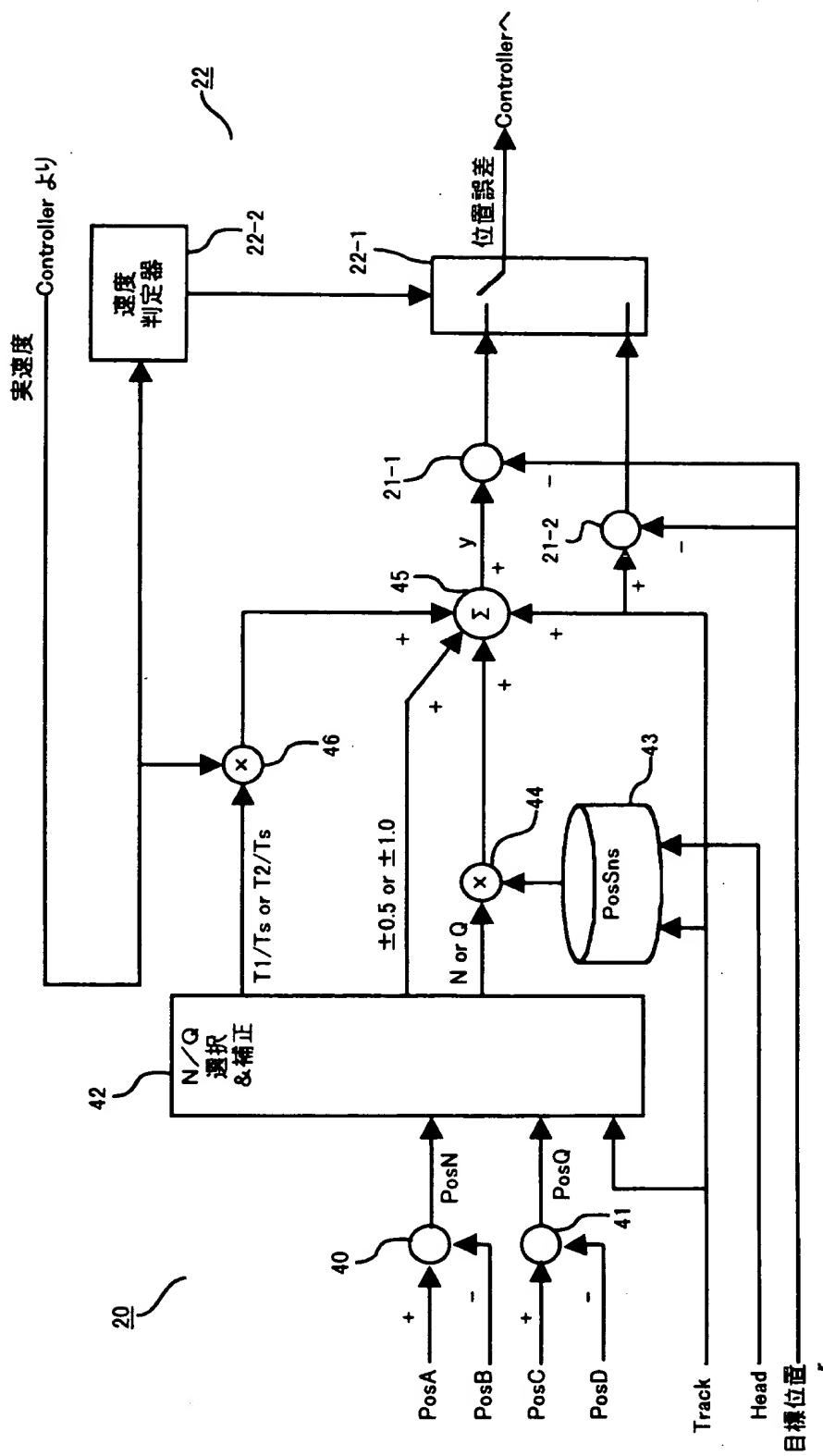
【図16】



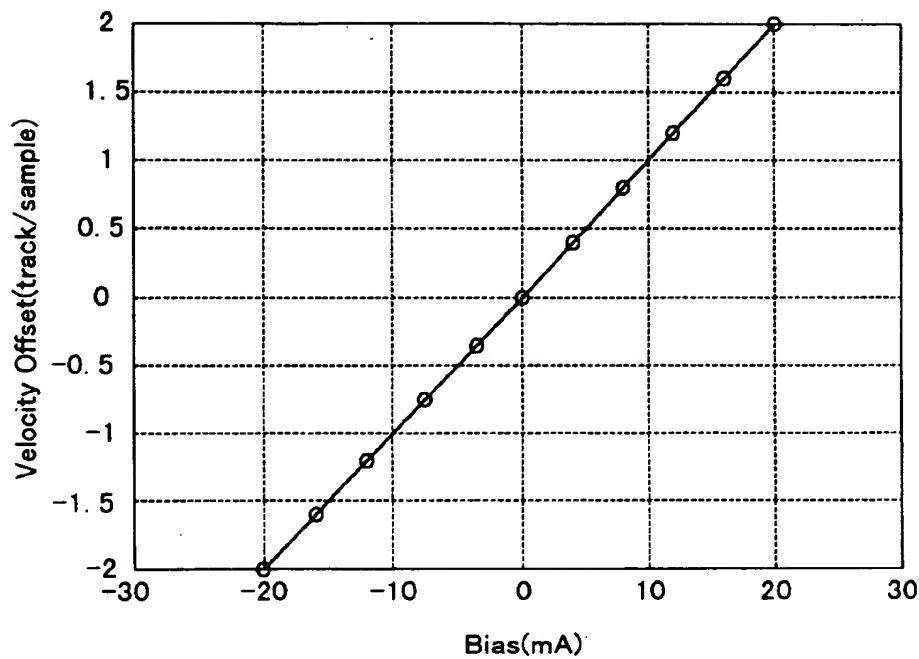
【図17】



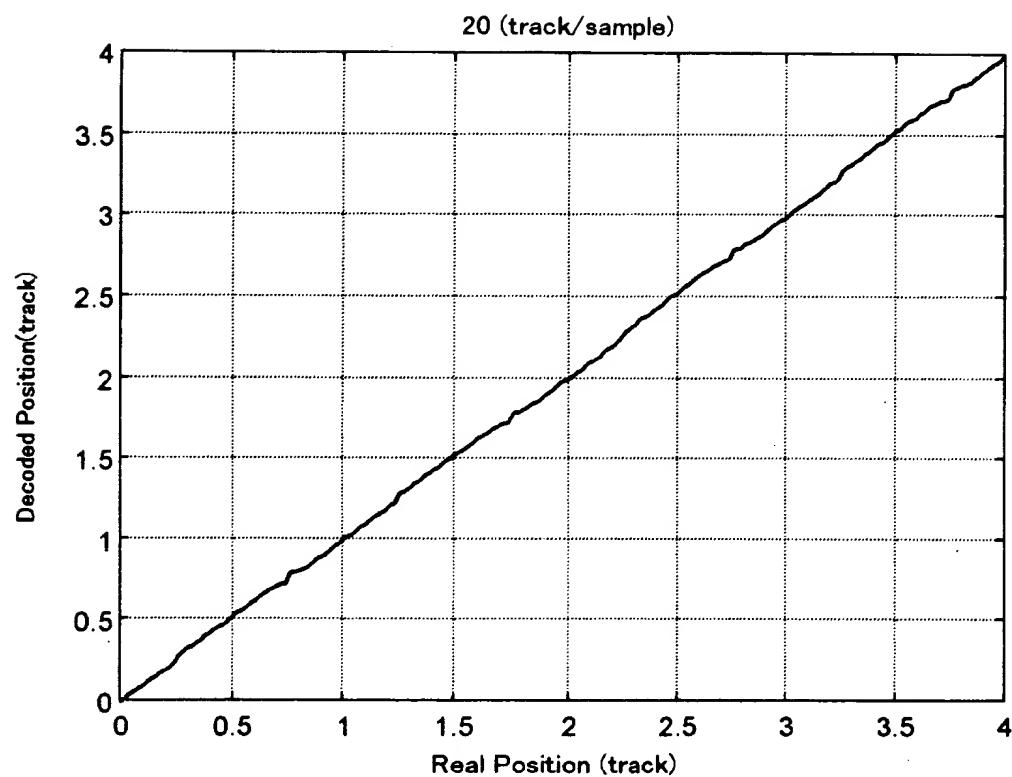
【図18】



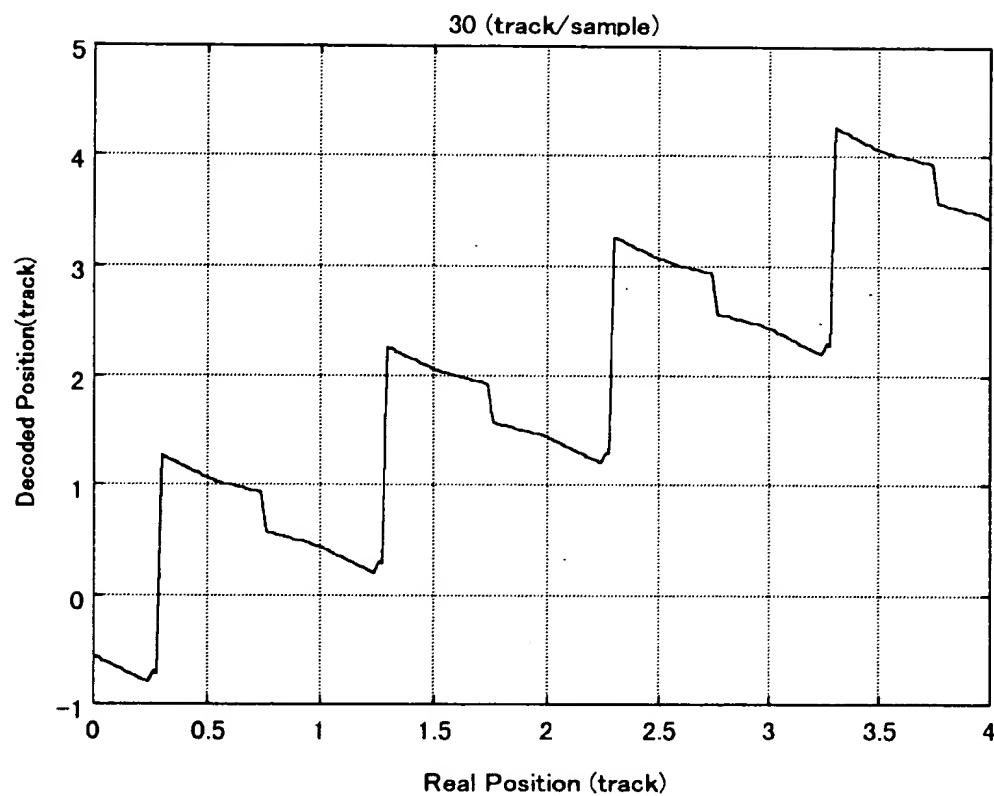
【図19】



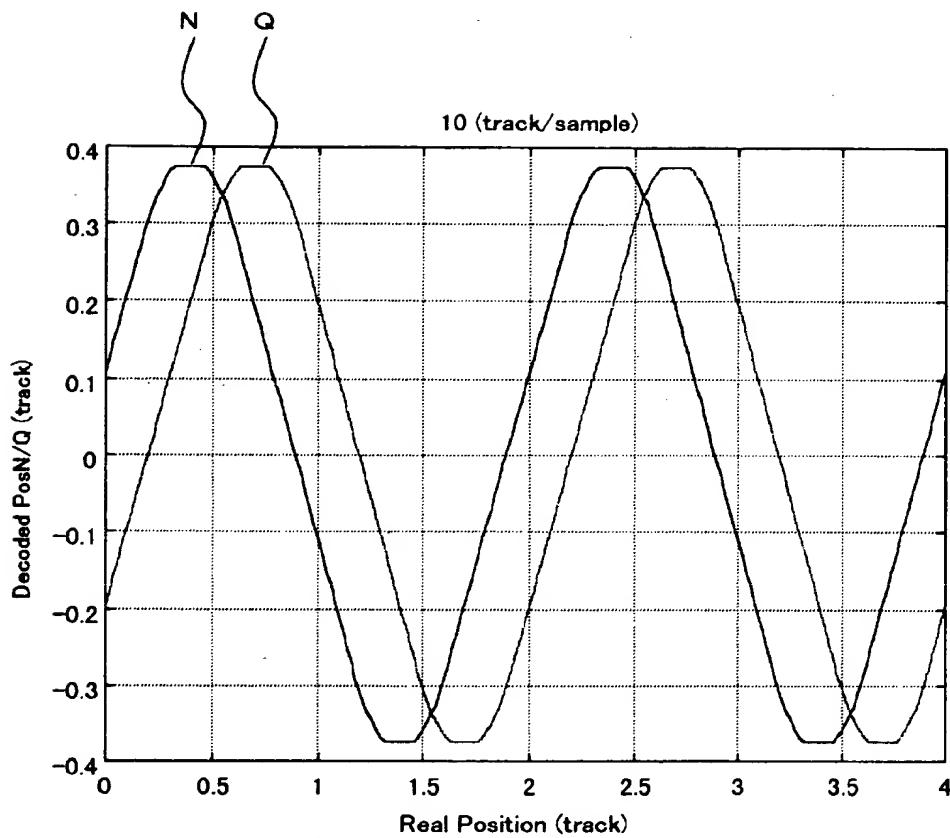
【図20】



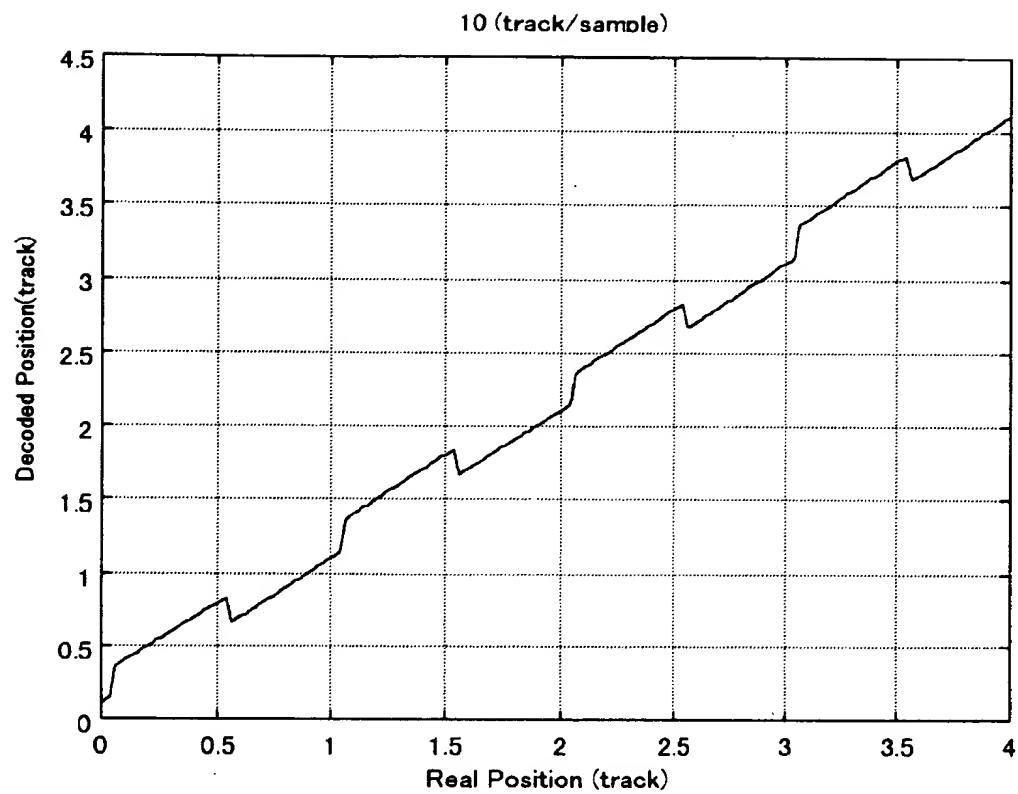
【図21】



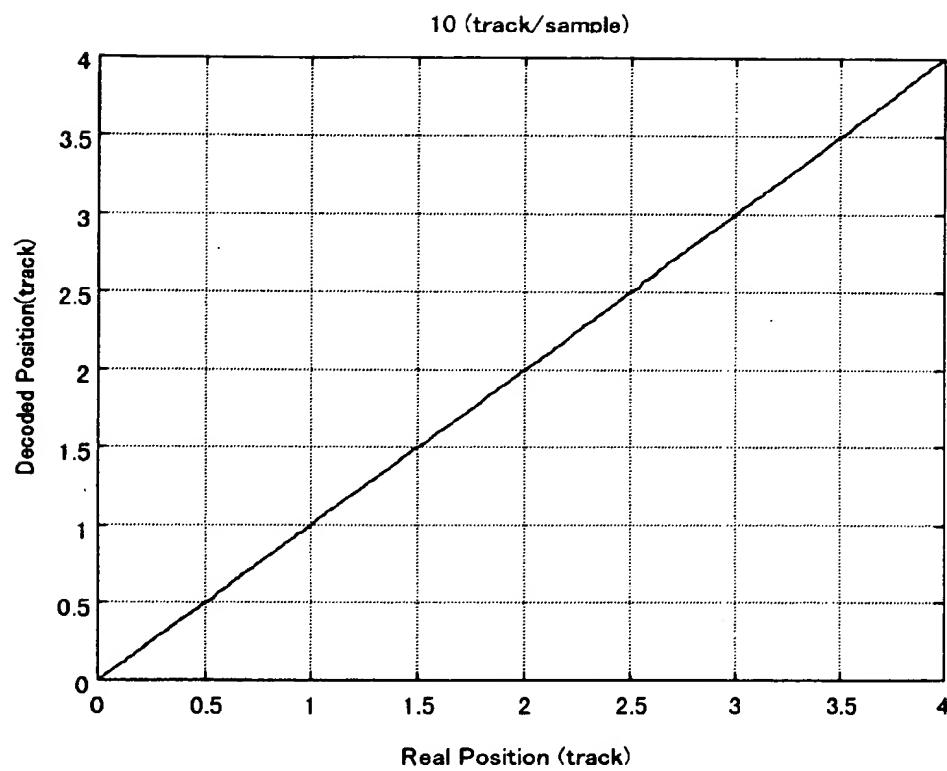
【図22】



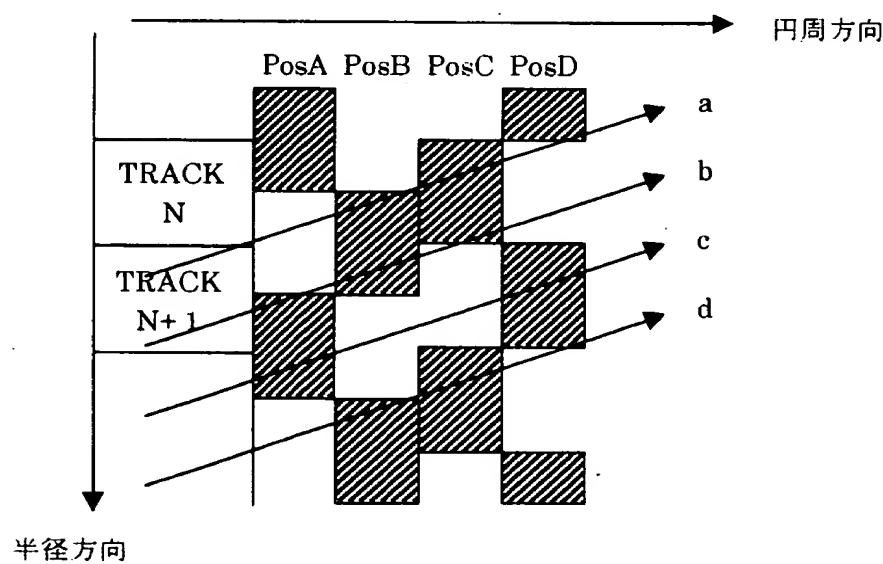
【図23】



【図24】

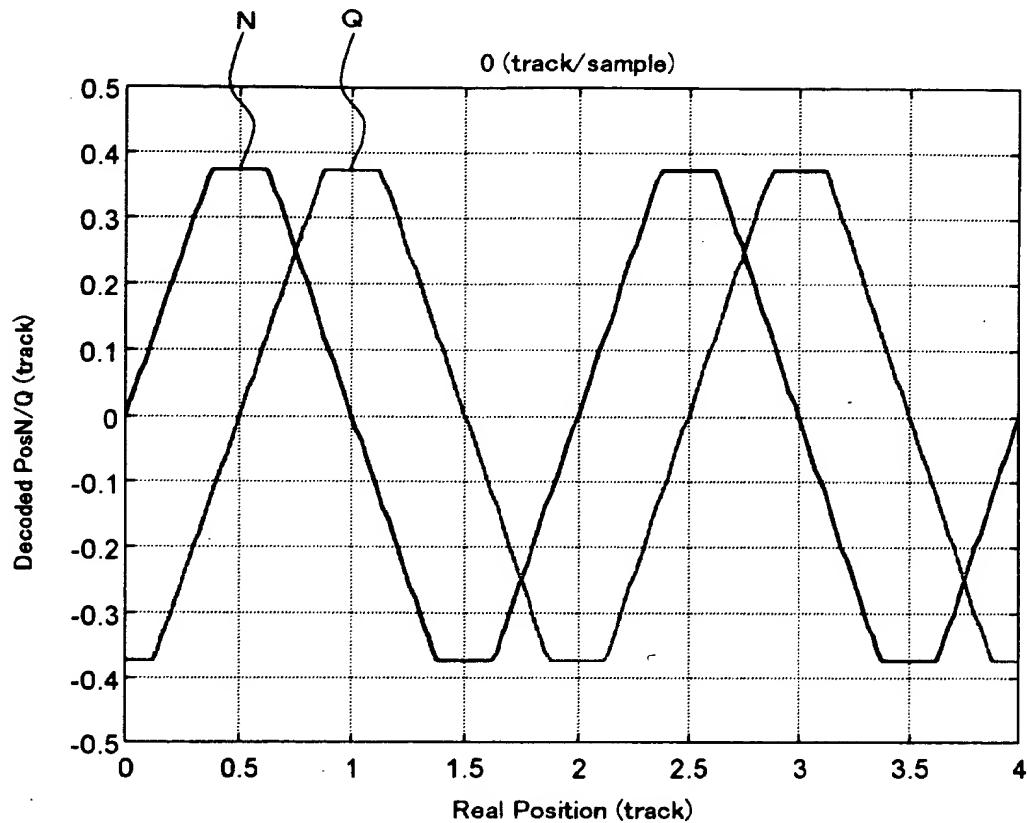


【図25】

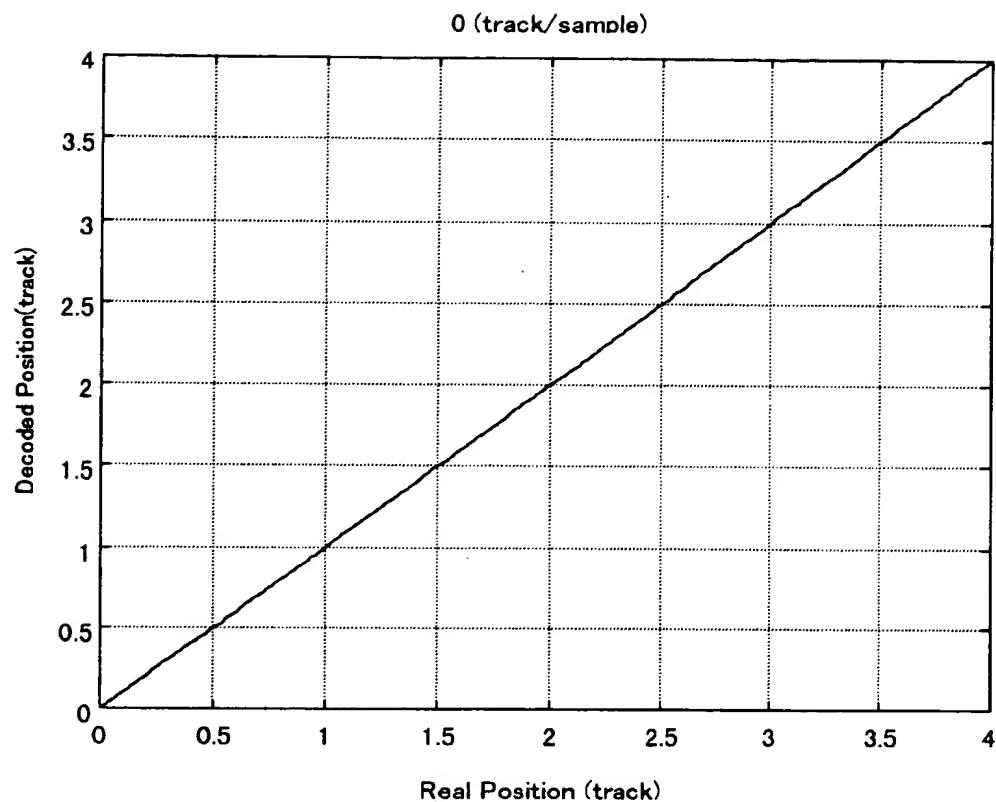


特2000-063845

【図26】



【図27】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ディスク媒体を読み取るヘッドを、所定位置に位置決めするためのヘッド位置決め方法及び装置に関し、ヘッドの移動中も正確な復調位置を復調する。

【解決手段】 ディスク媒体（6）と、ヘッド（4）と、アクチュエータ（3）と、制御回路（19）とを有するディスク装置において、ヘッドの位置信号から復調結果を求め、ヘッドの移動速度に応じた補正值により、速度補正する。速度補正するため、ヘッドの移動中も、正確な位置を復調できる。

【選択図】 図13

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-063845
受付番号	50000275209
書類名	特許願
担当官	鈴木 夏生 6890
作成日	平成12年 3月13日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000005223
【住所又は居所】	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
【氏名又は名称】	富士通株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100094514
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-9-5 第三東昇ビル3階 林・土井 国際特許事務所
【氏名又は名称】	林 恒徳
【代理人】	
【識別番号】	100094525
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-9-5 第三東昇ビル3階 林・土井 国際特許事務所
【氏名又は名称】	土井 健二

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社